

# DIPLOMARBEIT

Thema:

## **Entnahme von Wärme aus dem Trinkwassernetz zum Betrieb von Wärmepumpen**

Eingereicht von  
Benjamin Horn

an der

**Hochschule Mittweida (FH)**  
**University of Applied Sciences**

---

im Fachbereich Maschinenbau / Feinwerktechnik  
Studiengang Gebäudetechnik

Erstprüfer: Dipl.-Ing. Gerhard Leutert  
Hochschule Mittweida (FH)

Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Wolfgang Gäbler – Leiter Wärmepumpen  
Bosch Thermotechnik GmbH / Buderus

**Buderus**

35573 Wetzlar, 2008

Vorgelegte Arbeit wurde verteidigt am: \_\_\_\_\_

## Inhaltsverzeichnis

Bibliographische Beschreibung .....	4
Abbildungsverzeichnis .....	5
1 Einleitung .....	6
1.1 Zielsetzung .....	6
1.2 Motivation .....	6
1.3 Vorgehensweise .....	8
2 Grundlagen .....	9
2.1 Begriffsklärung .....	9
2.1.1 Trinkwasser .....	9
2.1.2 Leistungszahl (COP) .....	9
2.1.3 Auslegungspunkte .....	9
2.1.4 Wärmequelle .....	10
2.1.5 Sole/Soleflüssigkeit .....	10
2.1.6 Entzugsleistung .....	10
2.2 Antrieb der Wärmepumpe .....	13
2.3 Arbeitsprinzip der Wärmepumpe .....	15
2.4 Wärmepumpentypen .....	17
2.4.1 Sole / Wasser - Wärmepumpe .....	17
2.4.2 Wasser/Wasser - Wärmepumpe .....	19
2.4.3 Luft/Wasser - Wärmepumpe .....	21
3 Trinkwassernetz .....	22
3.1 Wasser .....	22
3.2 Eigenschaften des Trinkwassernetzes .....	23
3.2.1 Verästelungsnetz .....	24
3.2.2 Ringnetz und Ringnetz mit Vermaschung .....	24
3.3 Anschluss der Abnehmer .....	25
3.4 Rechtliche Abgrenzungen bei Trinkwasseranlagen .....	25
3.5 Temperatur des Trinkwassers .....	25
3.6 Stagnation .....	27
3.7 Einhaltung der Trinkwasserverordnung .....	27

4	Entnahme von Wärme aus dem Trinkwassernetz zum Betrieb von Wärmepumpen .....	28
4.1	Anlage zur Trinkwasserentwärmung - Aufbau und Funktion .....	28
4.1.1	Kollektorkreislauf .....	30
4.1.2	Trinkwasserkreislauf .....	30
4.1.3	Anschluss an das Trinkwassernetz .....	30
4.1.4	Leitungen zur Entnahme .....	30
4.1.5	Entnahmeeinheit .....	31
4.1.6	Absperrarmaturen .....	32
4.1.7	Magnetventile .....	32
4.1.8	Pumpe .....	33
4.1.9	Wärmeübertrager .....	33
4.1.10	Wärmepumpe .....	34
4.1.11	Temperaturfühler .....	35
4.1.12	Wärmemengenzähler .....	35
4.1.13	Überdruckventil .....	35
4.1.14	Ausdehnungsgefäß .....	35
4.1.15	Maximaldruckbegrenzer .....	35
4.1.16	Druckschalter .....	36
4.1.17	Trinkwasseranschluss .....	36
4.2	Schallschutz .....	36
4.3	Eingesetzte Medien .....	36
4.4	Allgemeine Materialanforderungen .....	36
4.5	Sicherheitsbedenken und Lösungen .....	37
4.6	Rechtliche Grenzen .....	38
5	Dimensionierung der Bauteile .....	40
5.1	Benötigte Entzugsleistung der Wärmepumpe .....	40
5.2	Auslegung des Kollektorkreislaufs .....	43
5.3	Auslegung des Trinkwasserkreislaufes .....	44
5.4	Auslegung der Wärmetauscher .....	45
6	Werte des Trinkwassernetzes .....	46
6.1	Durchflüsse im Trinkwassernetz .....	46
6.2	Berechnung des Trinkwassernetzes .....	49

7	Lösungen und Rahmenbedingungen .....	50
7.1	Trinkwassertemperatur .....	50
7.2	Zweiter Wärmeerzeuger.....	50
7.3	Abhängigkeit der Temperatur vom Trinkwasservolumenstrom .	50
7.4	Bestimmung der Strömungsart.....	51
7.5	Richtungswechsel in vermaschten Netzen.....	52
7.5.1	Position der Entnahme .....	52
7.6	Sperrzeiten der Wärmepumpe .....	53
7.7	Überbrückung der Sperrstunden .....	54
7.8	Wartung .....	54
8	Schlussbetrachtung.....	55
8.1	Gegenüberstellung mit bisherigen Systemen.....	55
8.1.1	Vorteile für den Wasserversorger.....	55
8.2	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	55
	Übersicht Formelzeichen .....	56
	Formelverzeichnis.....	57
	Tabellenverzeichnis .....	58
	Literaturverzeichnis.....	59
	Selbstständigkeitserklärung .....	61
	Anhang .....	62

## Bibliographische Beschreibung

Horn, Benjamin

### **Entnahme von Wärme aus dem Trinkwassernetz zum Betrieb von Wärmepumpen**

Mittweida, Hochschule Mittweida (FH), Fachbereich Maschinenbau /  
Feinwerktechnik, Diplomarbeit, 2008

Der Grund für die Betrachtung des Trinkwassernetzes als Wärmequelle begründet sich im Bestreben nach konstanteren und günstigeren Wärmequellen um die Jahresarbeitszahlen von Wärmepumpen zu erhöhen und damit emissionsärmer Wärme bereitzustellen. Das Trinkwasser nimmt aus dem Erdreich Wärmeenergie auf und erwärmt sich. Jedoch sind, durch die Entnahme von Wärme aus dem Trinkwasser, eine Reihe von Faktoren die sich auf das Trinkwassernetz auswirken, zu beachten. Hierbei spielt die Abkühlung des Trinkwassers eine entscheidende Rolle. Diese Auskühlung hängt auch mit den minimalen Durchflüssen im Trinkwassernetz zusammen für die Minimalwerte ermittelt werden müssen. In erster Linie sollen Lösungsmöglichkeiten für die verschiedenen Netze erarbeitet werden. Mit der Ermittlung von Rahmenbedingungen für die Errichtung solcher Entwärmungseinheiten soll eine Grobplanung zur Durchführbarkeit getroffen werden können. Desweiteren ist eine technische Anlage zur Entnahme, zu entwickeln. Als Zusammenfassung sollen Die Vor- und Nachteile zusammengestellt werden.

## Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung I: Anteil am CO<sub>2</sub> Ausstoß für Wärmeerzeugung .....</i>	<i>7</i>
<i>Abbildung II Wärmeregime im oberflächennahen Untergrund .....</i>	<i>11</i>
<i>Abbildung III Darstellung des Temperaturverlaufs in unterschiedlichen Tiefen des Erdreichs und in Abhängigkeit eines jahreszeitlichen, mittleren Temperaturwertes an der Erdoberfläche .....</i>	<i>13</i>
<i>Abbildung IV Darstellung des Wärmepumpen Prozesses .....</i>	<i>16</i>
<i>Abbildung V Schematische Darstellung einer Sole/Wasser Wärmepumpe mit Flachkollektor .....</i>	<i>18</i>
<i>Abbildung VI Schematische Darstellung einer Sole/Wasser Wärmepumpe mit Erdsondenbohrung .....</i>	<i>19</i>
<i>Abbildung VII Schematische Darstellung einer Wasser/Wasser Wärmepumpe .....</i>	<i>20</i>
<i>Abbildung VIII Schematische Darstellung einer Luft/Wasser Wärmepumpe mit Innenaufstellung .....</i>	<i>21</i>
<i>Abbildung IX Schematische Darstellung einer Luft/Wasser Wärmepumpe mit Außenaufstellung .....</i>	<i>22</i>
<i>Abbildung X Strangschema .....</i>	<i>29</i>
<i>Abbildung XI Entnahmeeinheit.....</i>	<i>32</i>
<i>Abbildung XII Tagesgang der Wasserabgabe .....</i>	<i>47</i>
<i>Abbildung XIII Schaltplan zur Entwärmung von Trinkwasser.....</i>	<i>64</i>

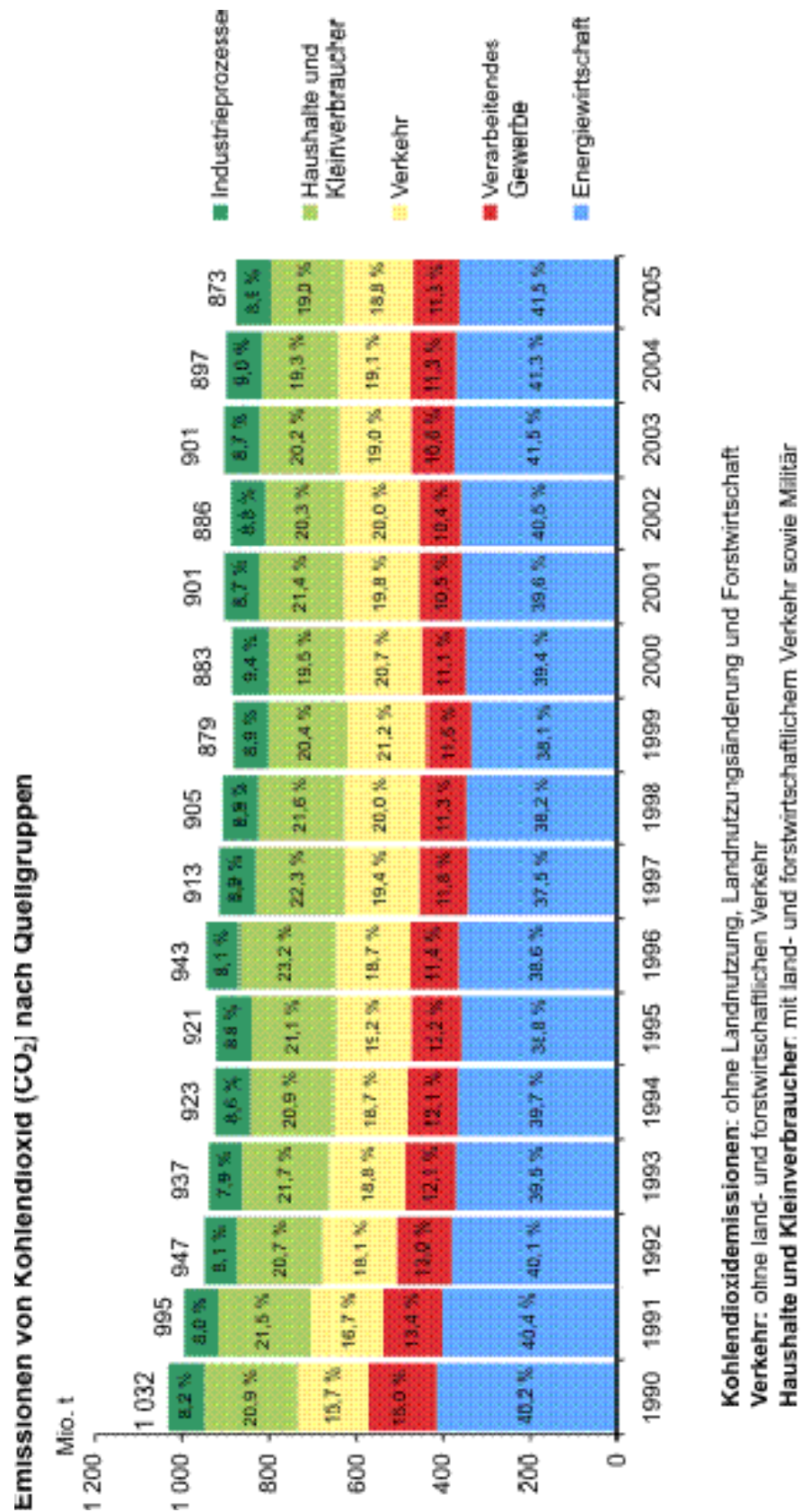
# 1 Einleitung

## 1.1 Zielsetzung

Ziel der Untersuchung ist es, die Ermittlung von Einsatzmöglichkeiten der Entwärmung von Trinkwasser, sowie die Beschreibung der erforderlichen Entnahmeeinheit.

## 1.2 Motivation

Aufgrund der aktuellen Klima Situation liegt das Augenmerk auf dem Ausstoß von Kohlendioxid. Nicht nur das Fahren mit dem Auto hat einen Anteil am Kohlendioxidausstoß, sondern auch die Erzeugung von Wärmeenergie für die Beheizung von Gebäuden hat einen erheblichen Anteil am CO<sub>2</sub>-Ausstoß.



**Quelle:** Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990-2005, Treibhausgase und klassische Luftschadstoffe, inkl. erweiterte Auswertung und Äquivalentemissionen der Treibhausgase; <http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/publicationen.htm> (22.05.2007)

Abbildung I: Anteil am CO<sub>2</sub> Ausstoß für Wärmeerzeugung 1

<sup>1</sup> (Schuberth & Kaschenz, 2008)



Abbildung I zeigt die jährliche CO<sub>2</sub>-Emission mit den Anteilen der einzelnen Quellgruppen. Hier haben die Haushalte und Kleinverbraucher einen Anteil von im Durchschnitt 20 Prozent. Eine Einsparung zwischen 30 und 60%, der für die Gebäudeheizung eingesetzten Primärenergie, ist durch den Einsatz einer Wärmepumpe möglich. Anhand dieser Werte lässt sich das enorme Potential einer Wärmepumpenanlage erkennen und der mögliche Beitrag zum Umweltschutz.

Die seit mehreren Jahren steigenden Energiekosten sind Anlass zur Untersuchung und Entwicklung energiesparender Wärmeerzeuger, sowie der Forschung nach alternativen Energiequellen, um eine Unabhängigkeit von Preissteigerungen fossiler Energieträger zu erreichen.

Um Wärmepumpen noch effizienter zu machen, genügt es nicht nur die Wärmepumpe selbst zu verbessern, sondern Wärmequellen zu finden, welchen eine möglichst konstante Wärmemenge entzogen werden kann. Denn je konstantere Wärmemengen man entnehmen kann, desto bessere Jahresarbeitszahlen können erreicht werden. In diesem Bereich kann das Trinkwasser eine solche Wärmequelle darstellen, denn das Trinkwassernetz der örtlichen Wasserversorger ist einer der größten Kollektoren zur Aufnahme im Erdreich gespeicherter Wärmeenergie. Die durch solare Strahlung dem Erdreich zugeführte Energie wird über die Rohrwandungen vom Trinkwasser aufgenommen und bleibt eigentlich ungenutzt. Die so aufgenommene Energie kann von einer Wärmepumpe genutzt werden.

### 1.3 Vorgehensweise

Als Grundlage zur Untersuchung der Entnahme von Wärme aus dem Trinkwassernetz zum Betrieb von Wärmepumpen ist es notwendig, alle Werte der Wärmepumpenanlage zu ermitteln, insbesondere der Entwärmungseinheit.

Anhand dieser Werte ist die Realisierbarkeit solcher Anlagen zu untersuchen. Im Besonderen ist es zu prüfen, ob die Trinkwassernetze ausreichend Energie bereitstellen können und an welchen Stellen im Netz es möglich ist, eine solche Anlage zu installieren. Des Weiteren ist

sicherzustellen, dass alle gültigen Normen und Verordnungen eingehalten werden, so dass der Zulassung dieser Anlagen durch den DVGW nichts im Wege steht. Hierzu sind alle Sicherheitsrisiken für das Trinkwasser zu untersuchen und durch geeignete Maßnahmen auszuschließen. Im speziellen ist die Trinkwasserhygiene einzuhalten. Zum Schluss soll anhand einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eine Aussage über den Betrieb von Entwärmungseinheiten durch einen Trinkwasserversorger, durch Privatpersonen oder durch Unternehmen getroffen werden.

## **2 Grundlagen**

### **2.1 Begriffsklärung**

#### **2.1.1 Trinkwasser**

Trinkwasser ist Wasser, das als Lebensmittel für den menschlichen Verzehr oder Wasser, welches für andere besondere hygienische Sorgfalt erfordernde Verwendungszwecke bestimmt ist.<sup>2</sup>

#### **2.1.2 Leistungszahl (COP)**

Die Leistungszahl ist das Verhältnis von der von der momentan abgegebenen Wärmeleistung zu dem der Wärmepumpe zugeführten Antriebsleistung. Zur Antriebsleistung gehören auch die Leistungsaufnahme der Pumpen, Steuer- und Regeleinrichtungen und die anteiligen Leistungsaufnahmen von Fördereinrichtungen zum Transport des Wärmeträgers im Gerät.

#### **2.1.3 Auslegungspunkte**

Zur Bestimmung der Leistungszahl bestehen zwei Normen. Die alte DIN EN 255 und die seit 2008 gültige Europannorm EN 14511. Sie werden bei Luft/Wasser Wärmepumpen A2/W35, bei Sole/Wasser Wärmepumpen B0/W35 und bei Wasser/Wasser Wärmepumpen mit W10/W35 bestimmt. Hierbei gibt die erste Bezeichnung (z.B. A2) die Lufteintrittstemperatur an, also 2°C, während die Zweite Bezeichnung (z.B. W35) die

---

<sup>2</sup> (DIN 2000, 2000, S. 4)

Heizwasservorlauftemperatur, also 35°C, angibt. Nach diesen Nennbedingungen werden die anlagenbezogenen Werte ermittelt.<sup>3</sup> Der erste Buchstabe steht für das Medium, dem Wärme entzogen wird. Also B für Boden, A für Außenluft und W für Wasser. Der zweite Buchstabe steht für das Medium im Heizkreis, welches meist Wasser ist.

#### 2.1.4 Wärmequelle

Als Wärmequelle wird das Medium bezeichnet, dem mit Hilfe des Wärmeträgermediums Wärme entzogen wird. Zum Einsatz kommen bisher die Außenluft, die Abluft, das Abwasser, das Grundwasser bzw. Oberflächenwasser oder das Erdreich.

#### 2.1.5 Sole/Soleflüssigkeit

Soleflüssigkeit ist ein frostsicheres Gemisch aus Wasser und Frostschutz auf z.B. Glykol-Basis, das für den Einsatz in Erdwärmekollektoren oder Erdwärmesonden bestimmt ist.

#### 2.1.6 Entzugsleistung

Sie ist die Leistung, welche der Wärmequelle entzogen wird. Die benötigte Entzugsleistung einer Wärmepumpe ergibt sich aus der Differenz zwischen elektrischer Leistungsaufnahme des Verdichters und abgegebenen Wärmeleistung am Verflüssiger.

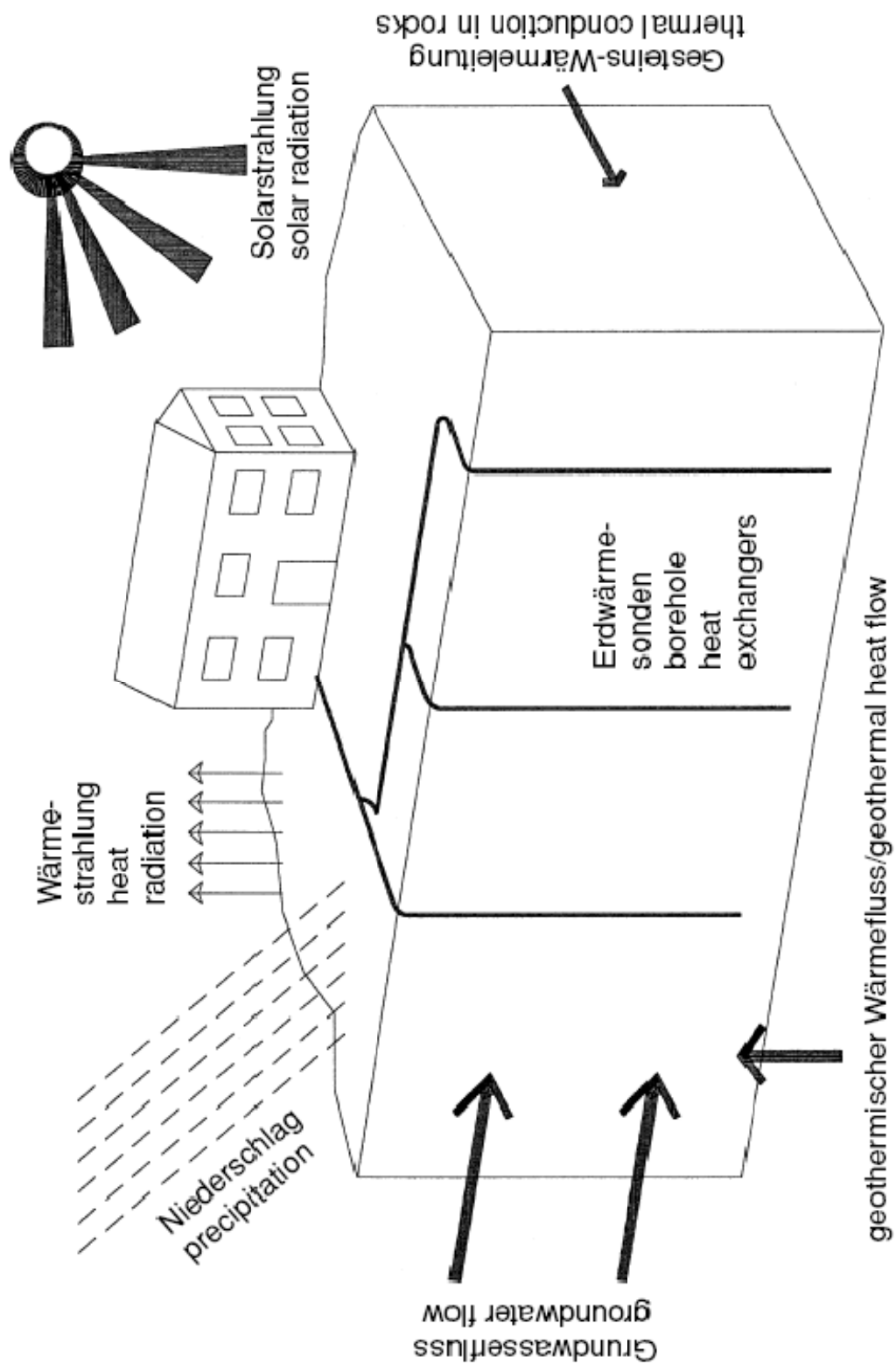
$$\dot{Q}_0 = \dot{Q}_{WP} - P_{el} \quad (\text{Formel 1})$$

Formel 1 Berechnung der Entzugsleistung<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> (DIN EN 255, 1997, S. 5ff.)

<sup>4</sup> (Bosch Thermotechnik GmbH / Buderus Deutschland, 2007, S. 58)

Abbildung II Wärmeregime im oberflächennahen Untergrund <sup>5</sup><sup>5</sup> (VDI 4640-T1, 2000, S. 7)

Die Wärmemenge, die kontinuierlich entzogen werden kann, ist je nach Wärmeträger unterschiedlich. Der Luft kann je nach Jahreszeit eine unterschiedliche Wärmemenge entzogen werden, da sie stark von ihrer Temperatur abhängig ist. Die Entzugsleistung wird von den vor Ort herrschenden Klimabedingungen beeinflusst. Dem Erdreich können je nach Untergrund zwischen 20 und 100 Watt je Meter Sondenbohrung entzogen werden. Für die Erwärmung des Erdreiches ist nicht nur die solare Einstrahlung, sondern auch das Sickerwasser von entscheidender Bedeutung. Sie beeinflussen die Bodentemperaturen in einer Tiefe bis zu 15 Metern. Der Hauptanteil der Erderwärmung erfolgt durch die solare Einstrahlung. Der durchschnittliche Energieeintrag durch die Sonne, liegt in Deutschland zwischen 800 und 1000 kWh/m<sup>2</sup>a. So unterliegt die Temperatur, im oberflächennahen Bereich, Jahreszeit bedingten Schwankungen. In Tiefen ab 20 Metern hingegen, sorgt der Wärmefluss aus dem Erdinneren (ca. 0,05 bis 0,12 W/m<sup>2</sup>) für konstante Temperaturen.<sup>6</sup> Sie liegen hier bei 10°C

---

<sup>6</sup> (VDI 4640-T1, 2000, S. 7 ff.)

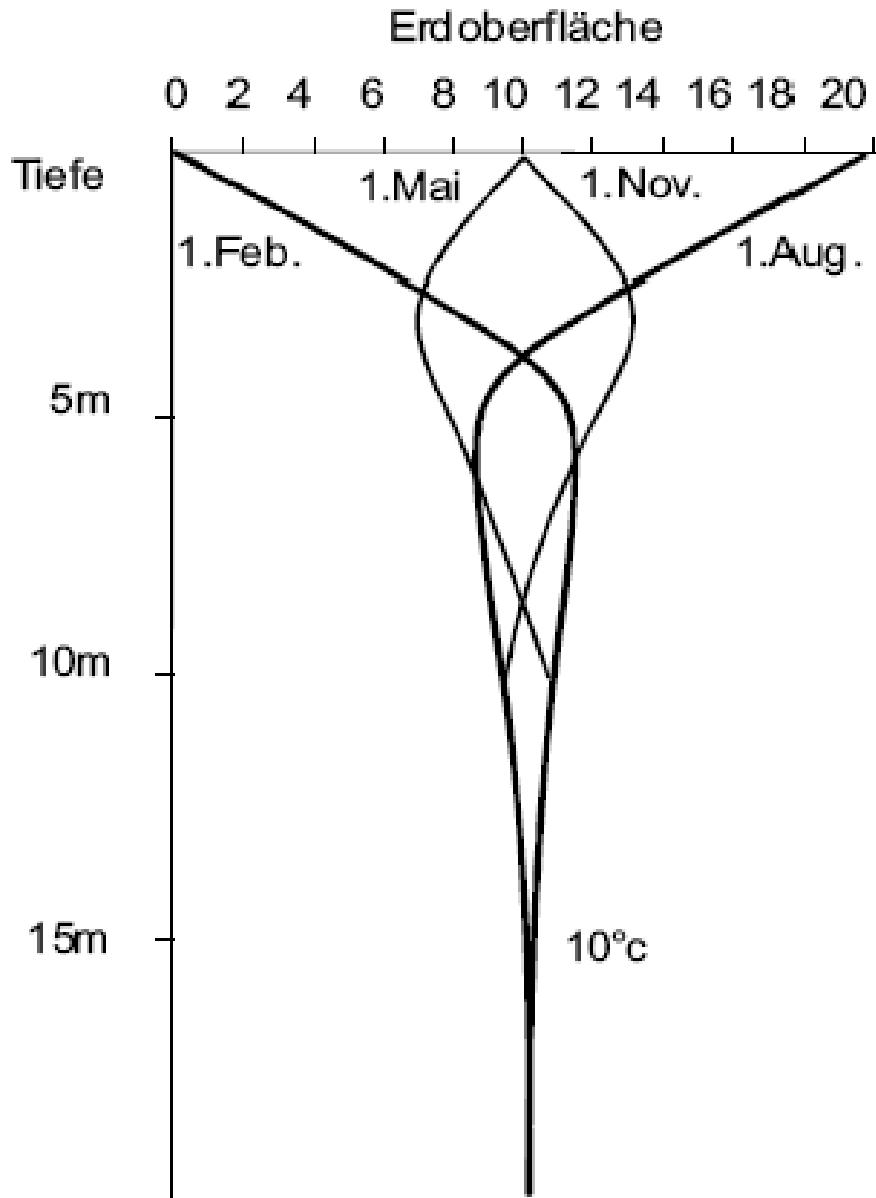


Abbildung III Darstellung des Temperaturverlaufs in unterschiedlichen Tiefen des Erdbereichs und in Abhängigkeit eines jahreszeitlichen, mittleren Temperaturwertes an der Erdoberfläche<sup>7</sup>

## 2.2 Antrieb der Wärmepumpe

Die Wärmepumpe ist eine Arbeitsmaschine, welche eine bestimmte Wärmemenge mit einer definierten Temperatur aufnimmt. Diese wird durch Zufuhr von Antriebsenergie mit einer höheren Temperatur wieder

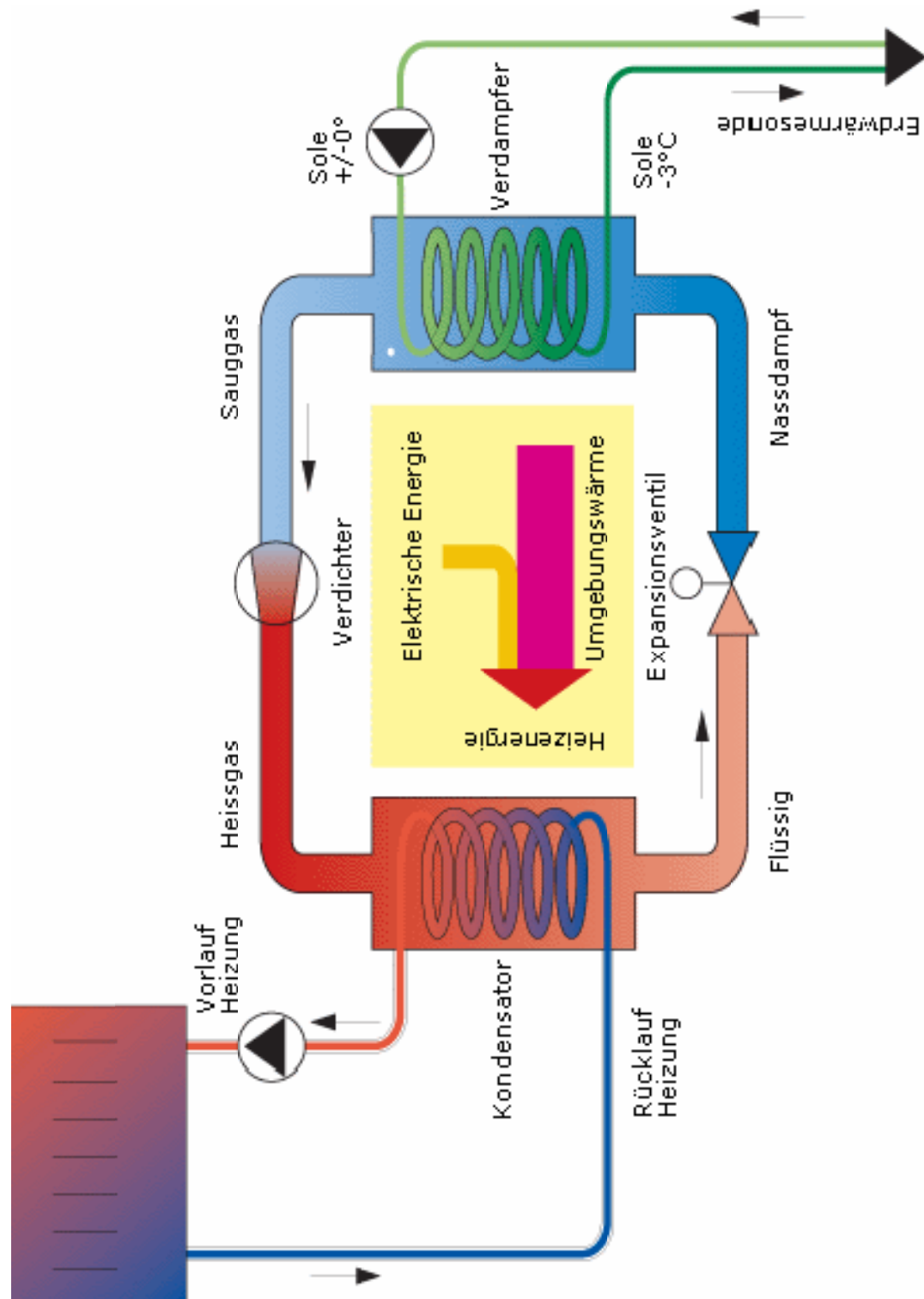
<sup>7</sup> (Bosch Thermotechnik GmbH / Buderus Deutschland, 2007)

abgegeben. Die Wärmeenergie, welche sich aus der aufgenommenen Wärme der Umwelt und der zugeführten Antriebsenergie zusammensetzt wird als Nutzwärme bereitgestellt. Es gibt zwei Arten von Energie, die als Antriebsenergie genutzt werden können, entweder mechanische Energie oder Wärmeenergie. Je nach Energieart spricht man von Kompressions- oder Sorptionswärmepumpen. In der Gebäudetechnik kommt es jedoch hauptsächlich zum Einsatz von Kompressionswärmepumpen. Sie sind am meisten verbreitet. Bei den Sorptionswärmepumpen stehen hauptsächlich Absorptionswärmepumpen im Blickfeld. Sorptionswärmepumpen nutzen reversible physikalisch-chemische Prozesse, bei denen zwei Stoffe durch Wärmezufuhr getrennt werden und bei der Rekombination wieder freigeben. Beide Arten unterscheiden sich durch ihre Art der Antriebsenergie. Die Kompressionswärmepumpe wird durch einen Verdichter mit mechanischer Antriebsenergie und eine Absorptionswärmepumpe durch thermische Energie angetrieben. Kompressionswärmepumpen können mit einem Gasmotorischen oder einem elektrischen Verdichter betrieben werden. Hierbei können verschiedene Kraftstoffe, wie Diesel, Erdgas oder Biomasse zum Einsatz kommen.

### 2.3 Arbeitsprinzip der Wärmepumpe

Der Wärmepumpenprozess ist ein geschlossener Kreislauf in dem ein Arbeitsmittel nacheinander verdampft, verdichtet, überhitzt, kondensiert und entspannt wird. Die hierfür entscheidenden Bestandteile der Wärmepumpe sind der Verdampfer, der Verdichter mit Antrieb und Anschluss an eine Energiequelle für die Antriebsenergie, der Verflüssiger und ein Expansionsventil. Das in der Wärmepumpe enthaltene Arbeitsmittel wird durch den Verdampfer, unter geringem Druck und geringer Temperatur, vom flüssigen in den gasförmigen Zustand überführt. Die benötigte Verdampfungswärme wird der Wärmequelle entzogen. Der Verdampfer kann direkt an die Wärmequelle (Direktverdampfung) oder über einen Wärmeträgerzwischenkreislauf angeschlossen sein. Das gasförmige Arbeitsmittel wird anschließend verdichtet und somit auf ein höheres nutzbares Temperaturniveau gebracht. Das unter hohem Druck stehende Arbeitsmedium wird, durch die Abgabe von Wärme an das Wärmeverteilungsnetz (z.B. der Heizungsanlage), verflüssigt. Bevor der Prozess mit dem Verdampfen wieder von vorn beginnen kann, wird das Arbeitsmittel entspannt.



Abbildung IV Darstellung des Wärmepumpen Prozesses <sup>8</sup><sup>8</sup> (www.heizung-haft.de)

## 2.4 Wärmepumpentypen

### 2.4.1 Sole / Wasser - Wärmepumpe

Die Sole/Wasser - Wärmepumpe bezieht ihre Energie aus dem Erdreich. Dabei gibt es zwei Arten der Wärmeaufnahme. Die Sondenbohrung und die Verlegung einer Kollektorfläche. Der schematische Aufbau dieser Anlagen ist in

Abbildung v und

Abbildung vi dargestellt. Sole/Wasser-Wärmepumpen erreichen bereits sehr gute Leistungszahlen, da das Erdreich ab einer Tiefe von 15 Metern eine konstante Temperatur von 10°C besitzt. Eine Kollektorfläche oder eine Tiefenbohrung benötigen ein Grundstück auf dem sie installiert werden können. Die Größe des Kollektors oder der Sonde wird durch die benötigte Wärmemenge der Wärmepumpe bestimmt. Sonden werden, in Deutschland aus Kostengründen, in der Regel bis maximal 100 Meter Tiefe gebohrt, wohingegen Kollektoren im frostfreien Bereich (1,2 bis 1,5 Metern tief) verlegt werden<sup>9</sup>. Ein Flächenkollektor unterliegt somit den Jahreszeit bedingten Temperaturschwankungen. Von diesen Schwankungen ist eine Sonde nicht betroffen. Für eine genaue Auslegung sollte ein ortskundiger Geologe befragt werden.

---

<sup>9</sup> (VDI 4640-T2, 2001, S. 12 f.)

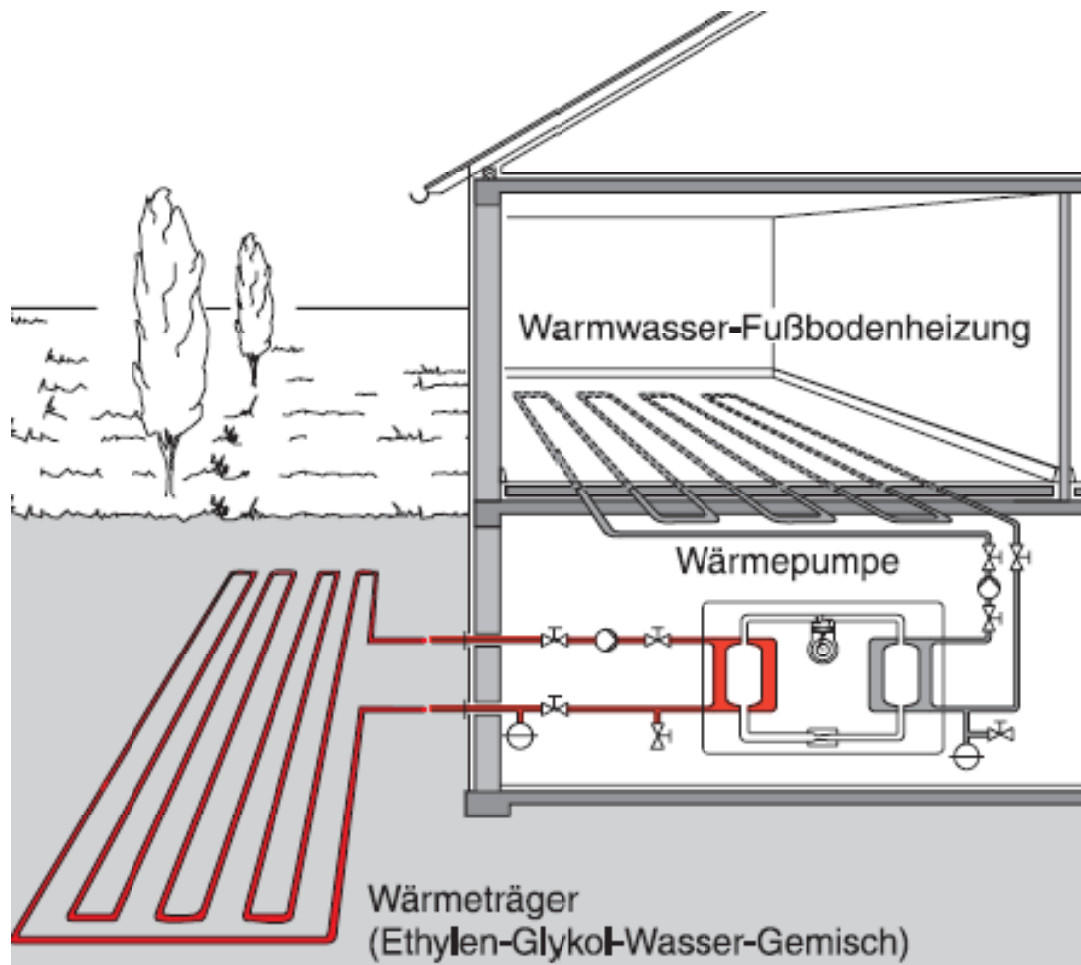


Abbildung V Schematische Darstellung einer Sole/Wasser Wärmepumpe mit Flachkollektor<sup>10</sup>

<sup>10</sup> (VDI 4640-T2, 2001, S. 11)

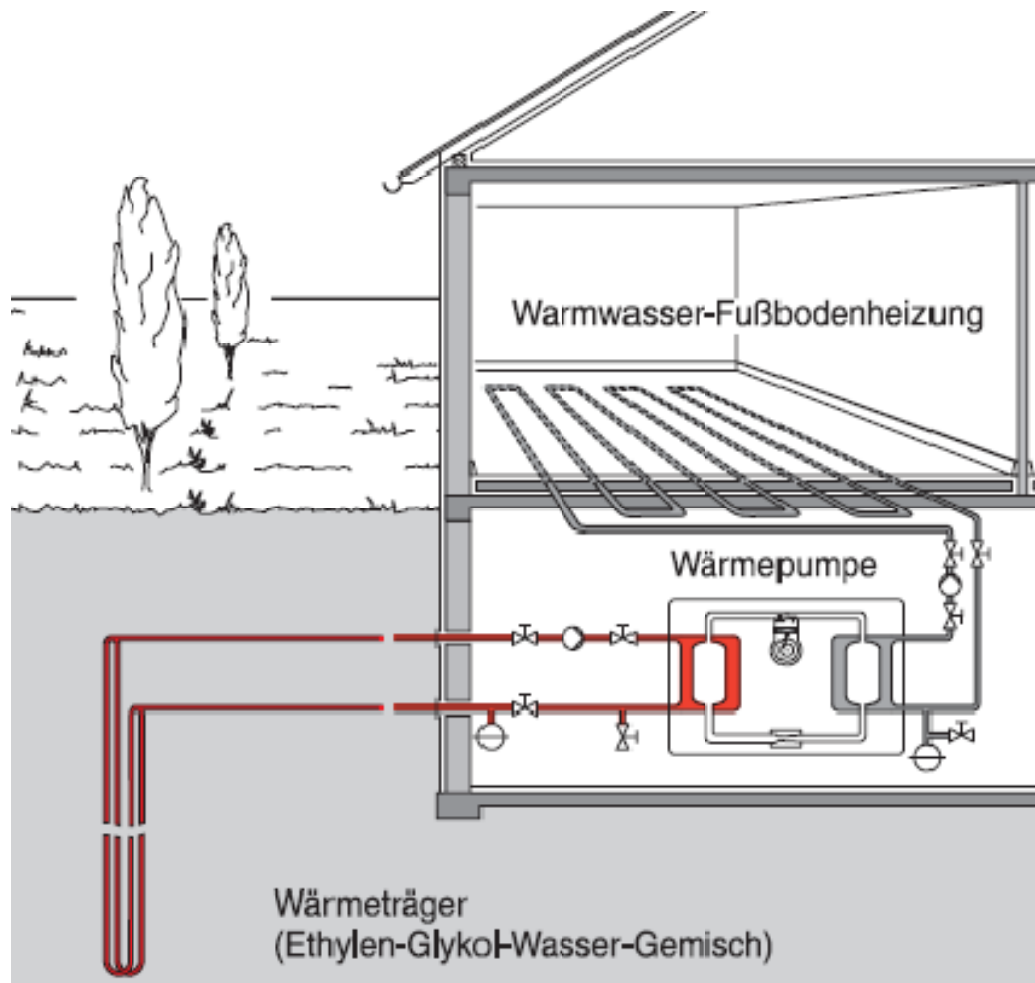


Abbildung VI Schematische Darstellung einer Sole/Wasser Wärmepumpe mit Erdsondenbohrung<sup>11</sup>

#### 2.4.2 Wasser/Wasser - Wärmepumpe

Die Wasser/Wasser-Wärmepumpe entzieht ihre benötigte Entzugsleistung dem Grundwasser. Zur Entnahme von Grundwasser besitzt sie zum Einen den Förderbrunnen der den definierten Volumenstrom fördern kann und zum Anderen einen Schluckbrunnen der diese Wassermenge dem Grundwasserstrom zurückführt. Grundwasser ist in einer Tiefe von 8 bis 10 Metern bereits geeignet um eine Wärmepumpe auch ohne Zusatzheizung betreiben zu können, da es keinen nennenswerten Temperaturschwankungen unterliegt. Damit eine ausreichende

<sup>11</sup> (VDI 4640-T2, 2001, S. 15)

Wärmemenge aus dem Grundwasser entnommen werden kann, muss das Grundwasser eine Dauerentnahme (Minstdurchfluss der Wärmepumpe) gewährleisten. Dieser ist neben der Wasserqualität das Entscheidungskriterium zur Durchführbarkeit solcher Anlagen.

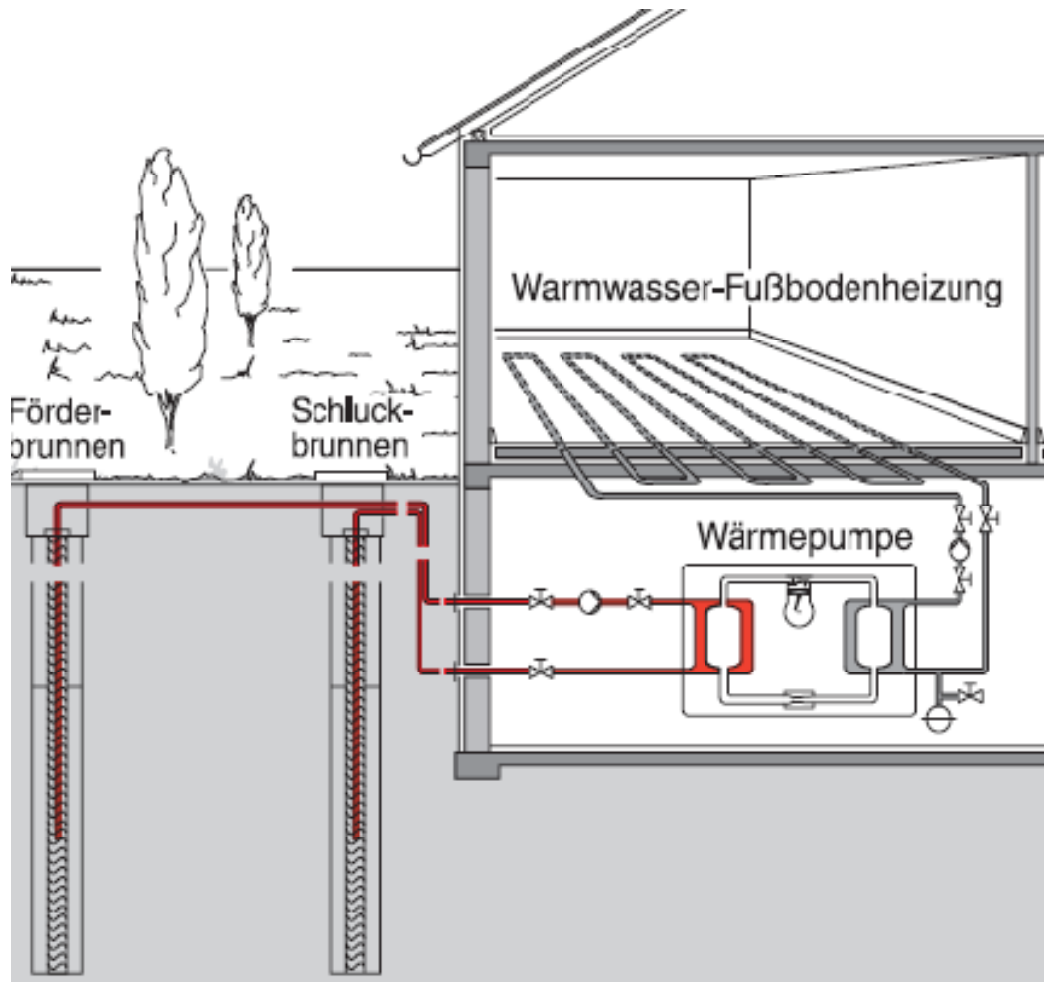


Abbildung VII Schematische Darstellung einer Wasser/Wasser Wärmepumpe<sup>12</sup>

<sup>12</sup> (VDI 4640-T2, 2001, S. 6)

### 2.4.3 Luft/Wasser - Wärmepumpe

Mit Luft/Wasser-Wärmepumpen wird die benötigte Energie aus der Außenluft entnommen. Hierzu wird über einen Ventilator Frischluft angesaugt, welche über einen Wärmeübertrager abgekühlt und wieder ausgeblasen wird. Grundsätzlich ist zwischen zwei Möglichkeiten der Aufstellung zu unterscheiden. Die Außen- und Innenaufstellung. Luft/Wasser-Wärmepumpen erreichen geringere Jahresarbeitszahlen als Wasser/Wasser- oder Sole/Wasser- Wärmepumpen, da die Außenluft im Winter weit unter 0°C abkühlen kann (je nach Winter und Aufstellungsort). In der Regel wird für besonders kalte Tage ein zweiter Wärmeerzeuger benötigt.

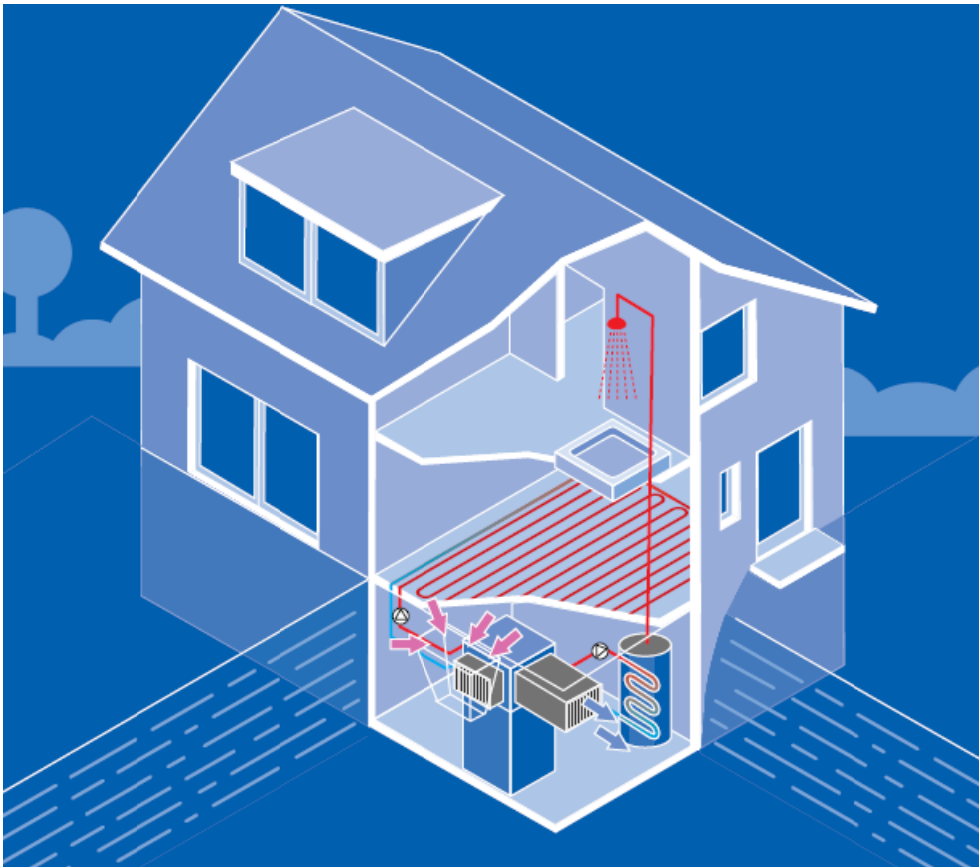


Abbildung VIII Schematische Darstellung einer Luft/Wasser Wärmepumpe mit Innenaufstellung<sup>13</sup>

<sup>13</sup> (Bosch Thermotechnik GmbH / Buderus, 2008, S. 18)

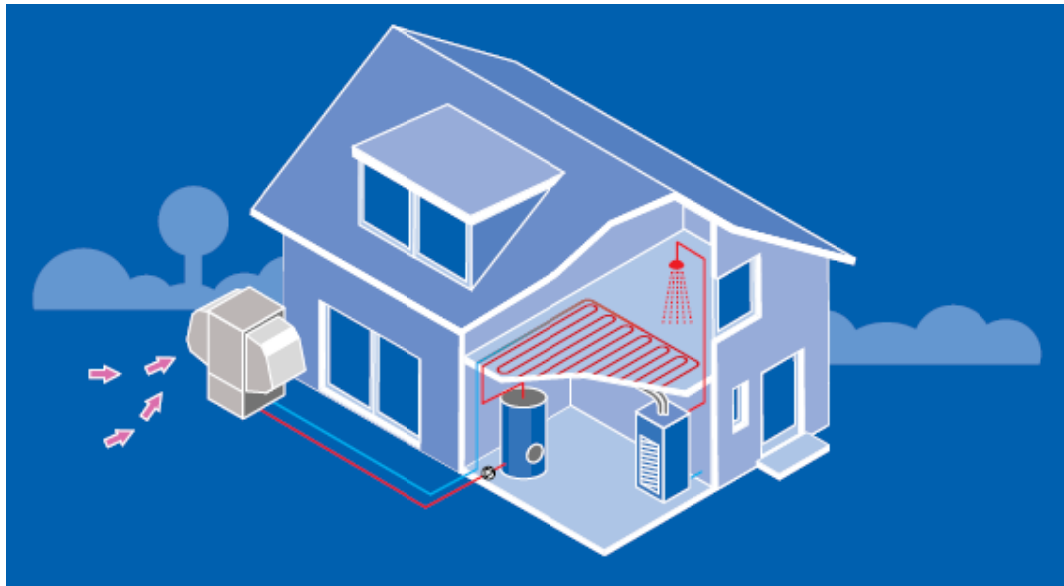


Abbildung IX Schematische Darstellung einer Luft/Wasser Wärmepumpe mit Außenaufstellung<sup>14</sup>

### 3 Trinkwassernetz

Die bisher genutzten Energiequellen für Wärmepumpen können bei vielen Gebäuden zum Einsatz kommen. Dennoch gibt es für sie natürliche Einsatzgrenzen. Hier kann das Trinkwassernetz eine entscheidende Rolle übernehmen, denn es ist der größte Flächenkollektor den es gibt.

#### 3.1 Wasser

Wasser ist eine der stabilsten Verbindungen in der Natur, und dies nicht nur durch die Möglichkeit mit den meisten Stoffen oder Lösungen eine Verbindung einzugehen, sondern auch durch seine besonders große Wärmespeicherfähigkeit.

Trinkwasser ist das wichtigste Lebensmittel und kann nicht ersetzt werden. Es unterliegt daher besonderen Anforderungen und muss mikrobiologisch (bakteriologisch, virologisch und parasitologisch) einwandfrei sein. Das bedeutet frei von Krankheitserregern, geruchlos, farblos und

<sup>14</sup> (Bosch Thermotechnik GmbH / Buderus, 2008, S. 22)

geschmacklich neutral. Die Inhaltsstoffe dürfen nur in solchen Konzentrationen enthalten sein, dass bei lebenslangem Genuss und Gebrauch, eine Schädigung der menschlichen Gesundheit nicht zu befürchten ist.<sup>15</sup> Es sollte eine Temperatur von 5 bis 15°C haben und keinen größeren Schwankungen unterliegen. Trinkwasser wird meist aus Grundwasser oder Oberflächenwasser gewonnen. Grundwasser fließt unterirdisch in mehreren Metern Tiefe und nimmt dabei Wärme aus dem Erdreich auf. Diese Wärme wird dem Erdreich durch Absorption, der solaren Strahlung der Sonne, Niederschlägen oder Sickerwasser zugeführt (2.1.6 „Entzugsleistung“). So hat Grundwasser bei der Entnahme aus dem Erdreich eine Temperatur zwischen 8 und 12°C, da es aus Tiefen ab 5 Metern gefördert wird. Oberflächenwasser unterliegt hingegen einem jahreszeitabhängigen Temperaturverlauf, da es der Witterung unmittelbar ausgesetzt ist. Allgemein hat Wasser, egal ob Oberflächen- oder Grundwasser, einen spezifischen Wärmeinhalt von 1,16 Wh/(kgK). Das bedeutet, aus einem Kilogramm Wasser kann bei einer Abkühlung von einem Kelvin eine Wärmemenge von 1,16 Wattstunden gewonnen werden. Daher lässt sich erkennen, was für ein Energiepotential das Trinkwasser mit sich führt.

### 3.2 Eigenschaften des Trinkwassernetzes

Das Trinkwasser wird von dem Trinkwassernetz an alle Abnehmer verteilt. Dabei sind bestimmte Forderungen einzuhalten.

Diese wären:

- Einhaltung des Mindestversorgungsdruckes,
- Bereitstellung einer bestimmten Mindestmenge (Volumenstrom) und
- Einwandfreie hygienische Qualität an der Entnahmestelle.

Versorgungsleitungen bestehen meist aus PE-, Guss- oder Stahlrohr, welche unter einem Druck von rund vier bar stehen. Da es sich bei

---

<sup>15</sup> (DIN 2000, 2000); (DVGW, 2001)



Trinkwasser um ein Lebensmittel handelt, unterliegt das Netz besonderen Anforderungen der Hygiene. Es dürfen nur Materialien verwendet werden, die eine entsprechende Zulassung für die Trinkwasserinstallation haben. Desweiteren ist eine hohe Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Zur Verteilung gibt es zwei grundsätzliche Netzarten, welche im frostfreien Bereich, ca. 1,2 bis 1,5 Meter tief im Erdreich liegen. In vielen Versorgungsgebieten kann man jedoch eine Mischung aus beiden Arten feststellen.

### **3.2.1 Verästelungsnetz**

Das Verästelungsnetz besteht aus einer Hauptleitung von welcher sich Nebenleitungen abzweigen. Die Abzweigungen werden durch die Anzahl und Lage von Straßen bestimmt. Das Wasser hat stets dieselbe Fließrichtung, was es ermöglicht, das Rohrnetz eindeutig zu berechnen. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit ist dieses nur dort zu finden, wo die örtlichen Gegebenheiten kein anders Netz zulassen. Die Endstränge müssen hier oft gespült werden und drohen im Winter aufgrund von Stagnation, bei geringen Verlegetiefen unter 1,2 Metern, einzufrieren. Zudem kann es bei Rohrbrüchen zu starken Versorgungsstörungen kommen.<sup>16</sup> Der entscheidende Vorteil des Verästelungsnetzes ist die gleichbleibende Fließrichtung und ein einfach zu bestimmender Volumenstrom. Die kontinuierlichen Volumenströme in der Haupt- oder Nebenleitung müssen jedoch genau geprüft und mit dem zur Trinkwasserentwärmung benötigten Volumenstrom abgeglichen werden.

### **3.2.2 Ringnetz und Ringnetz mit Vermaschung**

Ein Ringnetz besteht aus einer als Ring ausgeführten Hauptleitung, von der sich je nach Bedarf Nebenleitungen abzweigen. Die Ausführung des Versorgungsnetzes ist mit hohen Kosten verbunden und möglicher Stagnation in stark vermaschten Netzen. Diese Form bietet die Möglichkeit von zwei Seiten in das Netz einzuspeisen. Dadurch steigt die

---

<sup>16</sup> (Damrath & Landwehr, 1998, S. 244)

Versorgungssicherheit im Netz und außerdem kann Löschwasser in ausreichender Menge zur Verfügung gestellt werden. Auch eine bessere Druckverteilung ist ein weiterer Vorteil von Ringnetzen.<sup>17</sup> Die Fließrichtung in den Teilstrecken der Ringnetze kann sich je nach Abnahmeverhalten der Verbraucher verändern und so Ihre Richtung wechseln.

### **3.3 Anschluss der Abnehmer**

Abnehmer von Trinkwasser sind durch einen Hauswasseranschluss an das Versorgungsnetz angeschlossen. Dieser wird über eine Anbohrschelle mit dem Versorgungsnetz hergestellt und in das Gebäude geführt. Dort befindet sich zur gezählten Wasserabnahme ein Wasserzähler zur Abrechnung mit dem Wasserversorger, er stellt auch die Grenze zwischen öffentlicher und privater Anlage dar.

Das Rückfließen von Trinkwasser aus einer Hauswasseranlage ist laut Trinkwasserverordnung strengstens untersagt. Dies ist durch entsprechende Schutzmaßnahmen sicherzustellen. Hierzu werden Rückflussverhinderer installiert. Alle Änderungen an der Trinkwasseranlage des Kunden müssen mit dem Wasserversorger abgesprochen werden.

### **3.4 Rechtliche Abgrenzungen bei Trinkwasseranlagen**

Die Grenze zwischen dem öffentlichem Versorgungsnetz und der privaten Trinkwasserversorgungsanlage ist nach dem Wasserzähler zu setzen. Von da an hat der Betreiber einer Trinkwasserversorgungsanlage für eine gleichbleibende Wasserqualität zu sorgen. Bis zum Wasserzähler allerdings hat der örtliche Wasserversorger dafür Sorge zu tragen, dass das Wasser laut Trinkwasserverordnung einwandfrei ist.

### **3.5 Temperatur des Trinkwassers**

Die Trinkwassertemperatur unterliegt Temperaturschwankungen. Während beispielsweise Grundwasser immer mit einer Temperatur von

---

<sup>17</sup> (Damrath & Landwehr, 1998, S. 245)

annähernd 10°C gefördert wird, kann diese sich in den Verteilungen stark verändern. Das Trinkwasser im Verteilungsnetz, nimmt über die Rohrwandungen Wärmeenergie aus dem Erdreich auf oder im Winter im ungünstigen Fall ab. Wie viel Wärme das Trinkwasser aufnimmt bzw. abgibt hängt von verschiedenen Faktoren ab. Zum einen spielt die Jahreszeit eine entscheidende Rolle, denn sie bestimmt die Temperatur des Erdreichs in dem die Versorgungsleitungen verlegt sind. Verlegt man die Rohrleitungen sehr oberflächennah, ist die Temperatur sehr stark von der Jahreszeit abhängig, da die solare Strahlung das Erdreich erwärmt. Diese ist in den Winter Monaten geringer. Durch die geringeren Außentemperaturen wird dem Erdreich Wärme entzogen. Werden sie jedoch in einer größeren Tiefe verlegt nimmt diese Abhängigkeit ab, da die Bodentemperatur hier konstanter ist. Weiterhin spielen auch die Verweildauer des Trinkwassers in den Leitungen, sowie Tunnel, Abwasserleitungen und andere unterirdische Leitungen und Bauten im Umfeld der Trinkwasserleitungen eine Rolle. Sind die Trinkwasserleitungen, z.B. direkt neben einem Abwasserkanal verlegt, kann dieser das Erdreich zusätzlich erwärmen und somit auch ein entsprechender Wärmeeintrag ins Trinkwasser erfolgen. Auch die Wärmeleitfähigkeit des Bodens und der Trinkwasserrohrwandung hat auf die Wärmeaufnahme oder -abgabe Einfluss. Je besser sie leiten, desto mehr Wärme kann aufgenommen und abgegeben werden. In ungünstig gelegenen Strängen kann die Temperatur im Winter bis auf 0°C absinken und im Sommer über 25 °C steigen. Dies sind natürlich unerwünschte Temperaturschwankungen und können die Trinkwasserqualität beeinflussen, denn 10 K Temperaturerhöhung verursachen eine Verdopplung der Stoffwechselvorgänge der Organismen im Trinkwasser. Aber auch eine zu starke Auskühlung ist schlecht, denn desto mehr Energie muss zur Trinkwassererwärmung aufgewandt werden. Als Richtwert für Trinkwasser sind Temperaturen von 5 bis 15 °C zu empfehlen. Dieser Temperaturbereich war sogar bis zur Neufassung der Trinkwasserverordnung 1990 vorgeschrieben. Dort sollte die Temperatur auch im Winter nicht unter 5°C fallen.

### 3.6 Stagnation

Stagnation ist ein Problem für geschmackliche und eventuell gesundheitsschädliche Eigenschaften des Trinkwassers. Sie fördert das Wachstum von Legionellen, Pseudomonaden und sonstiger im Trinkwasser enthaltender Bakterien. Um dies zu vermeiden, stagniert das Wasser in einem genau berechneten Trinkwassernetz kaum. Es sollte in 24 Stunden einmal das komplette Volumen des Trinkwassernetzes ausgetauscht werden. In den Nachtstunden sinkt die Abnahme bis hin zur Stagnation. Dies ist für die Trinkwassereigenschaften jedoch keine ernst zu nehmende Bedrohung da sie sich in einem unbedenklichen Rahmen bewegt.

### 3.7 Einhaltung der Trinkwasserverordnung

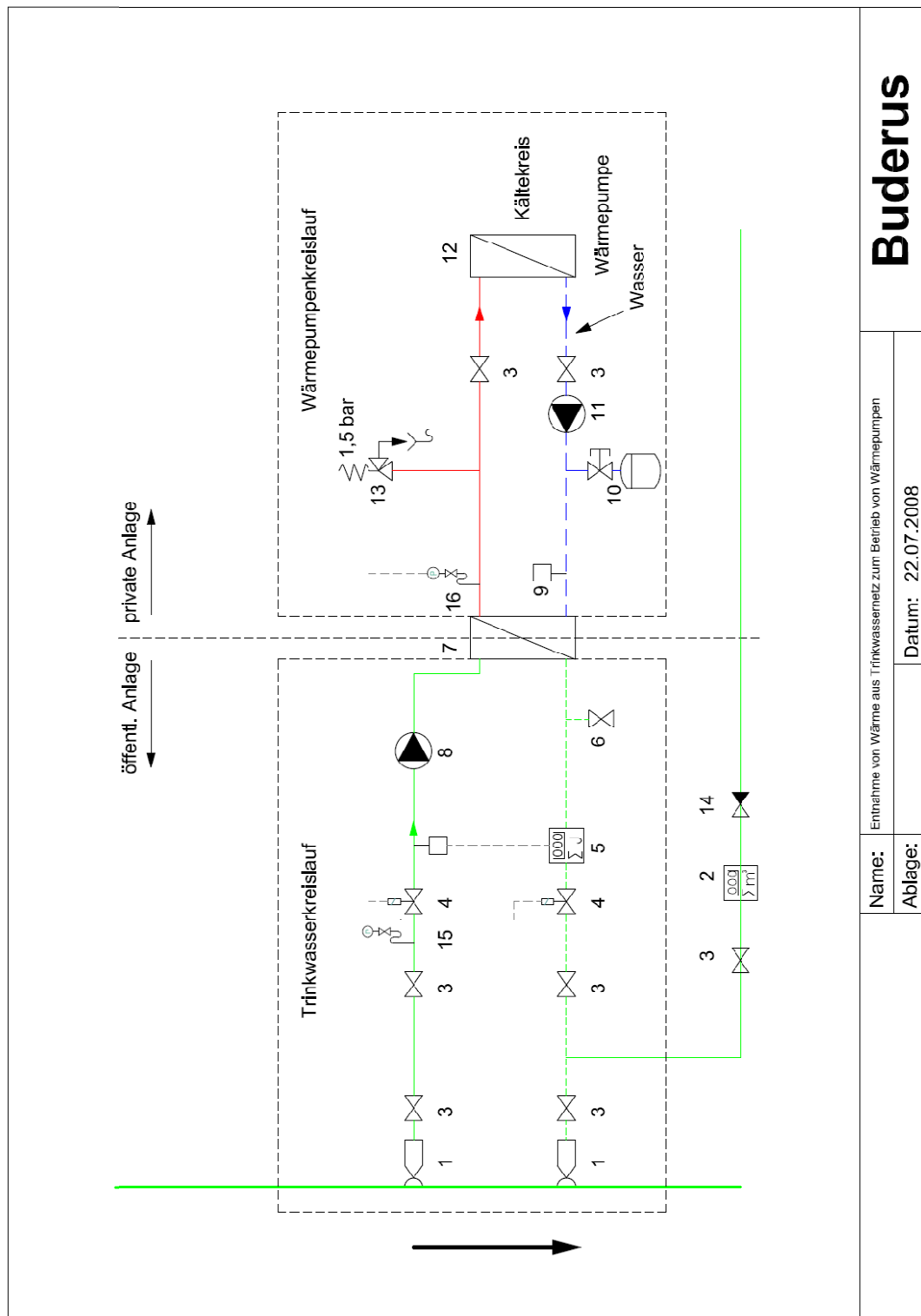
Für die gleichbleibende Qualität ist der Betreiber von Versorgungsanlagen zuständig. Dies gilt für das Betreiben von privaten als auch von öffentlichen Anlagen. Die Überprüfung der Einhaltung der geforderten Werte übernehmen Gesundheitsämter.

## **4 Entnahme von Wärme aus dem Trinkwassernetz zum Betrieb von Wärmepumpen**

Bei der Entnahme von Wärme aus dem Trinkwassernetz zum Betrieb von Wärmepumpen handelt es sich um die Möglichkeit, mit der im Trinkwasser gespeicherten Wärme eine Wärmepumpe zu betreiben und soll eine weitere Wärmequelle für Wärmepumpen darstellen. Da Trinkwasser, wie in 3.1“Wasser“ beschrieben, eine recht konstante Temperatur hat, bietet es sich gut an, als Wärmequelle genutzt zu werden. Dafür ist eine spezielle Entnahmeeinheit erforderlich. Im Grundprinzip unterscheidet sich diese Anlage nicht von herkömmlichen Anlagen. Es wird um die Umweltenergie für eine Wärmepumpe bereitzustellen, das Trinkwasser verwendet. Dazu wird aus dem örtlichen Trinkwassernetz, Trinkwasser entnommen und über die trinkwassergeeignete Entnahmeeinheit geleitet. In der Entnahmeeinheit wird das Wasser abgekühlt und wird wieder zurück ins Trinkwassernetz gespeist.

### **4.1 Anlage zur Trinkwasserentwärmung - Aufbau und Funktion**

Die Anlage zur Trinkwasserentwärmung besteht aus zwei Kreisläufen, aus dem Sole- und dem Trinkwasserkreislauf. Der Trinkwasserkreislauf ist mit dem Versorgungsnetz über die Anbohrungen und zwei Anschlussleitungen verbunden, kann frisches Trinkwasser entnehmen und über die Entnahmeeinheit fördern. Die Entnahme und Rückspeisung erfolgt in Fließrichtung im Trinkwassernetz. Der Kollektorkreislauf ist mit der Entnahmeeinheit des Trinkwasserkreislaufes durch einen Wärmeübertrager verbunden. Desweiteren ist er mit dem Verdampfer der Wärmepumpe verbunden. Im Gegensatz zum Trinkwasserkreislauf ist der Kollektorkreislauf ein geschlossener Kreis und steht unter wesentlich geringerem Druck als der Trinkwasserkreislauf. Zur Veranschaulichung dient Abbildung X Strangschemata “.



### Abbildung X Strangschemata

#### **4.1.1 Kollektorkreislauf**

Der Kollektorkreis ist ein geschlossener Kreislauf, der Entnahmeeinheit und Wärmepumpe verbindet. Er ist aus Sicherheitsgründen nicht mit einer Soleflüssigkeit gefüllt, sondern mit Wasser.

#### **4.1.2 Trinkwasserkreislauf**

Der Trinkwasserkreislauf ist durch die Entnahmeleitungen mit dem Trinkwassernetz verbunden und beinhaltet die Entnahmeeinheit. An ihn angeschlossen ist der Trinkwasseranschluss zur Trinkwasserversorgung.

#### **4.1.3 Anschluss an das Trinkwassernetz**

Die Anbohrung wird mit Anbohrschellen, die auch für gewöhnliche Hausanschlüsse verwendet werden, realisiert. Es werden zwei Anbohrungen benötigt, eine zur Entnahme von Trinkwasser und eine für dessen Rückspeisung in das öffentliche Netz. Hierbei erfolgt die Entnahme jedoch über den Trinkwasseranschluss. Es wird so nur ein zusätzlicher Anschluss für die Rückspeisung benötigt.

#### **4.1.4 Leitungen zur Entnahme**

Die Leitungen zur Entnahme unterliegen den Anforderungen für Trinkwasserverteilungsanlagen. Die Dimensionen dieser kann sowohl nach DIN EN 806-3 als auch nach der DIN 1988 „Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen“ berechnet werden. Dazu werden die benötigten Volumenströme aus der Berechnung der Wärmeübertrager zu Grunde gelegt. Leistungen und elektrische Leistungsaufnahme der Wärmepumpe sind aus den Buderus Datenblättern entnommen. Der vorhandene Hauswasseranschluss muss, falls beide über eine Leitung entnommen werden, zusätzlich berücksichtigt werden. Auch der bestehende Hausanschluss kann als Entnahme genutzt werden, wenn dieser den zusätzlichen Durchfluss für die Entwärmungseinheit zulässt. Es sollte eine Fließgeschwindigkeit von 2 m/s nicht überschritten werden.<sup>18</sup> Diese

---

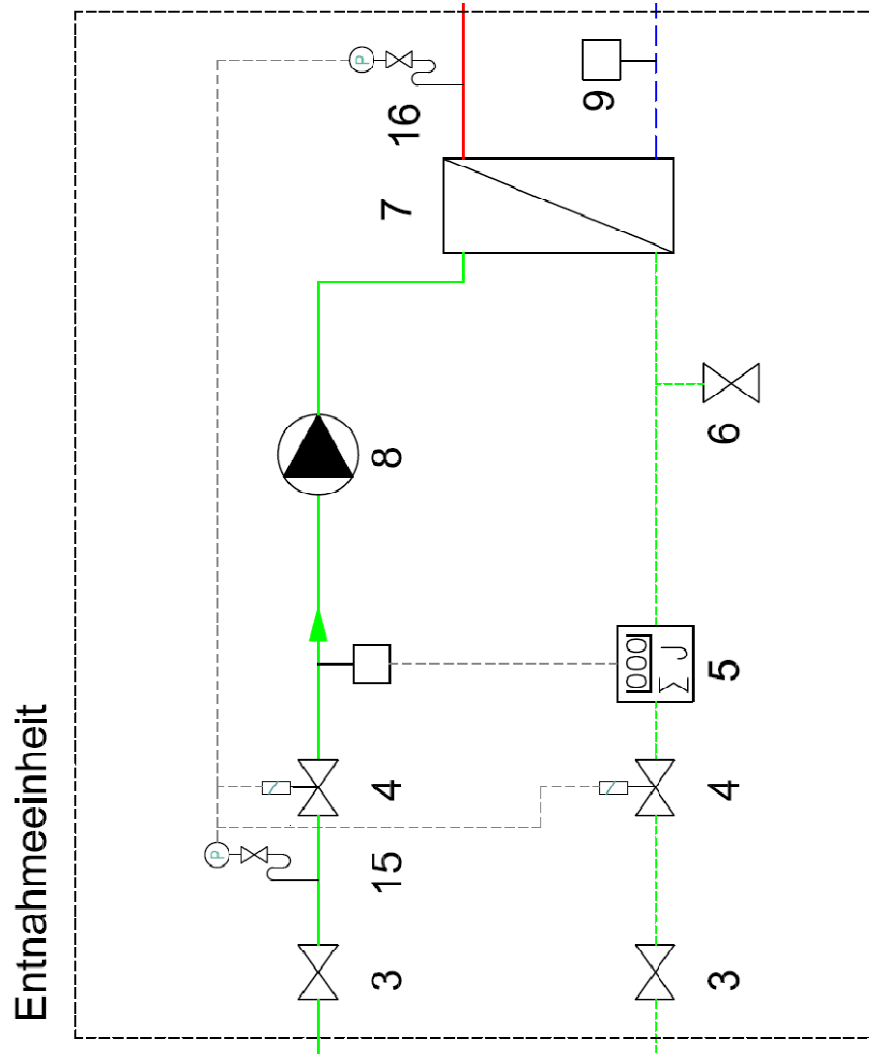
<sup>18</sup> (DIN 1988, 1988)

Leitungen müssen nach DIN EN 806-2 aus einem trinkwassergeeigneten Rohrwerkstoff bestehen. Zu empfehlen ist Kunststoffrohr oder Edelstahlrohr aufgrund der guten Korrosionsbeständigkeit. Es ist aber im Einzelnen der Rohrwerkstoff zu prüfen und gegebenenfalls neu auszuwählen. Die sogenannten Entnahmeleitungen werden nach DIN 1988-3 und den Rohrreibungsdruckgefälle für Rohre aus PE-HD nach DIN 19533 ausgelegt. Diese werden auch für die Berechnung der Leitungen im Kollektorkreislauf zu Grunde gelegt. Die Strömungsgeschwindigkeiten in beiden Kreisen unterscheiden sich jedoch. Im Kollektorkreis sollte die Geschwindigkeit nicht über 2 m/s liegen um Strömungsgeräusche zu vermeiden. Die Dimensionierung ist unter 5.3 "Auslegung des Trinkwasserkreislaufes" detailliert beschrieben.

#### **4.1.5 Entnahmeeinheit**

Die Entnahmeeinheit muss als ein Bauteil für die Trinkwasserentwärmung angesehen werden. Sie umfasst drei Absperrarmaturen, zwei Magnetventile, eine Zirkulationspumpe, einen optionalen Wärmemengenzähler, ein Maximaldruckbegrenzer, zwei Minimaldruckbegrenzer sowie einen Wärmeübertrager.





#### 4.1.6 Absperrarmaturen

Zur Entnahmeeinheit gehören drei Absperrventile. Die Ventile mit der Nummer 3 in Abbildung XI „Entnahmeeinheit“ sind zur Absperrung des Wasserstromes für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten vorgesehen. Die Absperrung mit der Nummer 6 soll für das entleeren und die Entnahme von Wasserproben dienen.

#### 4.1.7 Magnetventile

Die Magnetventile schließen bei einer Undichtheit im Wärmetauscher durch ein Signal vom Maximaldruckbegrenzer oder den Druckschaltern. Sie sind stromlos geschlossen und werden nur geöffnet, wenn ein

entsprechender Volumenstrom benötigt wird. So ist sichergestellt, dass bei einem Fehler während eines Stromausfalls die Anlage geschlossen ist und geschlossen bleibt. Ein weiterer Vorteil dieser Betriebsart ist, dass die Ventile öfters bewegt werden und somit die Funktionstüchtigkeit erhalten bleibt und im Notfall sichergestellt ist. Da Magnetventile ein Stromverbraucher sind, ist diese Variante auch die wirtschaftlichste. Denn in Stillstandzeiten der Wärmepumpe verbrauchen sie so keine elektrische Energie.

#### **4.1.8 Pumpe**

Der benötigte Volumenstrom wird mit einer Pumpe gefördert, deren Leistungsgröße sich nach der Größe der Wärmepumpe bestimmt. Diese Pumpe wird erforderlich, da Wasser nicht eigenständig durch die Entnahmeeinheit fließt, da der Widerstand höher ist als der direkte Weg im Versorgungsnetz.

Eine zweite Pumpe befindet sich im Kollektorkreis. Sie fördert den Wärmeträger in diesem geschlossenen Kreislauf.

#### **4.1.9 Wärmeübertrager**

Der Wärmeübertrager stellt die Verbindung zwischen Trinkwasserkreislauf und Kollektorkreislauf dar. Er unterliegt daher besonderen Anforderungen. Er muss trinkwassergeeignet und besonders korrosionsbeständig sein, da er in direktem Kontakt mit dem Lebensmittel Trinkwasser steht. Seine Abmessungen bestimmen sich durch den benötigten Volumenstrom und die minimalen Temperaturen des Kollektorkreislaufes, dessen Grenzwerte dürfen nicht unter- oder überschritten werden. Von entscheidender Rolle ist hier auch die benötigte Wärmemenge der Wärmepumpe. Diese muss unter Einhaltung der Temperaturgrenzen und minimaler bzw. maximaler Volumenströmen übertragen werden. Die Größenbestimmung der Wärmeübertrager erfolgt von der Firma Sondex Plattenwärmetauscher. Datenblätter zu den Wärmeübertragern können im Anhang, S.70 eingesehen werden. Der Sondex Sicherheitsplattenwärmeübertrager ist für die gegebene Anwendung optimal geeignet, da er für die Anwendung

in der Lebensmittelindustrie und auch Trinkwasser konzipiert ist. Die Zulassung für den Einsatz in der Lebensmittelindustrie ist im Anhang Datenblatt 3, S.68 angefügt. Er besteht aus aufeinander gepressten, dünnen Platten. Die Wärmetauscher haben eine sogenannte warme Seite und eine kalte Seite. Die warme Seite ist in diesem Fall das Trinkwasser und die kalte Seite ist der Kollektorkreislauf. Die Wärmeübertrager wurden mit einer Temperaturdifferenz (Abkühlung des Wassers im Wärmetauscher) mit 4 Kelvin berechnet. Die minimale Austrittstemperatur auf der warmen Seite (Trinkwasser) liegt bei 6°C. Somit werden, abzüglich des Wirkungsgrades des Wärmeübertragers, die benötigten 5°C im Kollektorkreis erreicht. So kann eine Temperaturdifferenz von 3 Kelvin über den Verdampfer realisiert werden. Da die Austrittstemperatur im am Verdampfer minimal 2°C beträgt, tritt der Eintritt auf der kalten Seite des Wärmeübertragers auch 2°C. Die Eintrittstemperatur beträgt 10°C am Wärmeübertrager Eintritt auf der warmen Seite.

#### **4.1.10 Wärmepumpe**

Die zur Trinkwassererwärmung verwendeten Wärmepumpen sind Buderus Sole/Wasser Wärmepumpen. Sie unterliegen gewissen Einsatzgrenzen und erfordern eine bestimmte Mindesttemperatur des Wärmeträgers, um einen einwandfreien Betrieb zu sichern. Die Temperaturen am Eintritt des Verdampfers der Wärmepumpe müssen zwischen -5°C und 25 °C, für den Betrieb mit Soleflüssigkeit, liegen. Da der Kollektorkreislauf bei der Nutzung von Trinkwasser als Wärmequelle nur mit reinem Wasser gefüllt ist verändern sich die Einsatzgrenzen. Die Buderus Geräte WPS 6 bis WPS 17 können mit Wassertemperaturen am Austritt des Verdampfers von minimal 2°C und maximal 20°C arbeiten. Für die Wärmepumpen WPS 50 bis WPS 970 liegen diese bei maximal 25°C. Das bedeutet die Mindesttemperatur am Verdampfereintritt beträgt 5°C und maximal 23°C bzw. 28°C am Verdampfereintritt, bei einer Abkühlung

der Sole um 3 Kelvin. Werden diese Werte eingehalten, kann ein Betrieb ohne ein Einfrieren der Wärmetauscher garantiert werden.<sup>19</sup>

#### **4.1.11 Temperaturfühler**

Im Kollektorkreis wird ein Temperaturfühler installiert, welcher die Temperatur dieses Kreises misst. Er überwacht die Einhaltung des vorgegebenen Temperaturbereiches. Sollte die Temperatur außerhalb der Vorgabe liegen gibt er das Signal zum Abschalten der Wärmepumpe.

#### **4.1.12 Wärmemengenzähler**

Dieser ermittelt die Wärmemenge, welche dem Trinkwasser entnommen wurde. Er ist optional und kann für statistische Zwecke ergänzt werden.

#### **4.1.13 Überdruckventil**

Das Überdruckventil ist im Kollektorkreislauf installiert und löst bei einem Überdruck von 1,5 bar aus. Es sollte jedoch auch aus Trinkwassergeeignetem Materialien bestehen.

#### **4.1.14 Ausdehnungsgefäß**

Im Kollektorkreis ist ein Ausdehnungsgefäß, welches Druckschwankungen ausgleicht. Es verhindert das Auslösen des Überdruckventils und einen damit verbundenen Wasserverlust.

#### **4.1.15 Maximaldruckbegrenzer**

Der Maximaldruckbegrenzer misst den Druck im Kollektorkreislauf. Bei einem Druck von 1,5 bar schaltet die Elektronik des Begrenzers um und unterbricht die Spannungsversorgung der Magnetventile. Diese sind nun stromlos und somit geschlossen. Der Druckbegrenzer gibt die Stromversorgung erst wieder frei wenn die Elektronik von Hand zurückgestellt wurde. So kann sich die Anlage im Fehlerfall nicht selbst in

---

<sup>19</sup> (Bosch Thermotechnik GmbH / Buderus Deutschland, 2007) / (Bosch Thermotechnik GmbH / Buderus, 2008)

Gang setzen. Der Maximaldruckbegrenzer der Firma SAUTER ist dazu geeignet.

#### **4.1.16 Druckschalter**

Die Druckschalter im Trinkwasserkreislauf überwachen den Druck in Selbigem. Bei einem starken Druckabfall, durch eine Leckage, werden die Magnetventile geschlossen.

#### **4.1.17 Trinkwasseranschluss**

Der Trinkwasseranschluss wird nach der Entnahmeeinheit angeschlossen. Er gehört, wie die Hausanschlüsse ohne Entwärmungseinheit, bis hinter die zweite Absperrarmatur zum öffentlichen Trinkwassernetz. Er unterliegt keinen gesonderten Anforderungen. Der Trinkwasseranschluss bestehender Gebäude kann bereits als Leitung zur Entnahme von Trinkwasser genutzt werden.

### **4.2 Schallschutz**

Die gesamte Anlage muss schallentkoppelt installiert werden. So wird eine Geräuschbelästigung, durch das Schließen oder Öffnen der Magnetventile oder Strömungsgeräusche, verhindert.

### **4.3 Eingesetzte Medien**

Die gesamte Anlage arbeitet komplett mit reinem Wasser ohne Zusätze. Den Trinkwasserkreis durchströmt reines Trinkwasser aus dem Versorgungsnetz und kommt mit keinen, für Trinkwasser ungeeigneten, Substanzen oder Werkstoffen in Kontakt. Im Kollektorkreis zirkuliert ebenfalls reines Wasser. Dieses Wasser kann dennoch nicht als Trinkwasser bezeichnet werden, da es sich nicht wie beim Trinkwasserkreis erneuert.

### **4.4 Allgemeine Materialanforderungen**

Für die mit dem Trinkwasser in Berührung kommenden Anlagenteile sind Bau- und Werkstoffe, Anstrichstoffe, Dichtungen usw. zu verwenden, die

auf die Wasserbeschaffenheit keinen nachteiligen Einfluss haben. Sie sind auf das mit ihnen in Kontakt tretende Trinkwasser so abzustimmen, dass keine Korrosionsschäden hervorgerufen werden.

#### **4.5 Sicherheitsbedenken und Lösungen**

Die Wärmepumpenanlage darf keine Gefährdung für das Trinkwasser darstellen. Es gibt jedoch nur ein Bauteil von dem eine Gefährdung ausgehen kann. Dies ist der Wärmeübertrager, welcher die Verbindung zum Trinkwasser herstellt. Er kann eine Leckage durch Korrosion bekommen, oder bei ungünstigen Umständen einfrieren, obwohl dies ein Temperaturfühler verhindern soll. Sollte dieser dennoch ein Defekt aufweisen, könnte es zum Schaden kommen. Aber egal ob durch Korrosion oder Frost, ist eine Leckage entstanden, kann kein Wasser aus dem Kollektorkreislauf in das Trinkwasser gelangen. Dafür sorgen die Magnetventile, die dazugehörigen Druckschalter und Maximaldruckbegrenzer. Sie messen den Druck im Kollektorkreislauf. Steigt dieser über 1,5 bar erfolgt ein Signal an die Magnetventile. Diese schließen nun sofort und verhindern, dass weiterhin frisches Trinkwasser aus dem Netz entnommen werden kann. Ein Druckanstieg kommt zustande, da im Trinkwassernetz ein Druck von ca. 4 bar herrscht, welcher sich im Fehlerfall über die Leckage auf den Kollektorkreislauf überträgt und den Druck dort erhöht. Zudem ist die Wärmepumpenseite mit reinem Wasser gefüllt, ohne Zusätze. Somit können keine gefährlichen Stoffe in das Trinkwasser gelangen. Auch das Überdruckventil hat hier einen Sicherheitsanteil. Es öffnet bei 1,5 bar aus und lässt Wasser ab, da aber im Trinkwassernetz ein höherer Druck als im Kollektorkreis herrscht wird Trinkwasser in den Kollektorkreis gedrückt bis die Magnetventile geschlossen werden.

Eine weitere Gefährdung kann nur durch Manipulation an der Anlage entstehen. Um das zu verhindern sollte sie mit einer Abdeckung versehen werden. Welche eine Plombe des Wasserversorgers erhält, so dass nur er die Möglichkeit hat an die Anlage zu gelangen. So wird zudem verhindert,

dass am Absperrventil zum Entleeren (Nummer 6) eine ungezählte Wasserentnahme erfolgen kann.

#### **4.6 Rechtliche Grenzen**

Die Entnahme von Wärme aus dem Trinkwasser ist immer mit einer Rückspeisung von Trinkwasser ins Trinkwassernetz verbunden. Daher wird in jedem Fall gegen geltendes Recht verstoßen. Hier betrifft es die Trinkwasserverordnung. Für die Errichtung ist es notwendig solche Anlagen als Ausnahme genehmigen oder aber die rechtliche Grundlage durch zuständige Instanzen ändern zu lassen.

Für die Errichtung einer solchen Wärmepumpenanlage gibt es verschiedene Möglichkeiten der Abgrenzung zwischen einer öffentlichen und privaten Anlage. Es können grundsätzlich drei Varianten unterschieden werden, um Verantwortungs- bzw. Haftungsbereiche festzulegen.

Die erste Variante (Variante 1):

Der Wasserversorger errichtet eine komplette Wärmepumpenanlage und verkauft die erzeugte Wärme. Er wird zum Contractor. Hierbei ist es egal wo die Anlage stehen soll und wie viele Haushalte von einer Anlage versorgt werden. Der Vorteil dieser Variante ist, dass keine Schnittstellen zur privaten Anlage existieren, so ist der Wasserversorger für den ordnungsgemäßen Betrieb verantwortlich. Die Wärmepumpenanlage gehört dann zum Netz des Versorgers.

Die zweite Variante (Variante 2):

Der Wärmeübertrager zwischen Kollektorkreis und Trinkwasserkreislauf stellt die rechtliche Grenze dar. Die Trinkwasserseite ist öffentlicher Bereich und nur die Wärmepumpe mit Kollektorkreis gehört zum privaten Teil. Nachteilig ist, dass Problem der Grenze durch den Wärmetauscher und eine somit nicht eindeutige Eigentumsverhältnisse zu erhalten. Somit kann sich im Schadensfall eine Schuldzuweisung schwierig gestalten.

Die dritte Variante (Variante 3):

Die Anlage ist vollständig von Entnahme bis zur Einspeisung in privater Hand. Also Kollektorkreis und Trinkwasserkreis.

Für jede Variante gilt jedoch, dass die Installation, Wartung und Bedienung nur durch Fachpersonal erfolgen kann. Da die Richtlinien für Trinkwasserinstallationen eingehalten werden müssen, um eine Verunreinigung des Trinkwassers zu verhindern.

Mit der Errichtung von Versorgungsanlagen sind nur qualifizierte Fachfirmen zu beauftragen, soweit diese Arbeiten nicht durch eigene fachkundige Personen des Wasserversorgungsunternehmens ausgeführt werden. Die Qualifikation der Firmen muss jederzeit nachweisbar sein, z.B. durch entsprechende DVGW-Zertifikate.<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> (DIN 2000, 2000)



## 5 Dimensionierung der Bauteile

### 5.1 Benötigte Entzugsleistung der Wärmepumpe

Zur Berechnung der Massenströme im Kollektorkreis ist es notwendig die benötigte Entzugsleistung der Wärmepumpen zu berechnen.

Der Berechnung werden die Werte des Auslegungspunktes der Wärmepumpe zu Grunde gelegt.<sup>21</sup> Bei Sole/Wasser B0/W35 und bei den Wasser/Wasser Wärmepumpen W10/W35. Die Berechnung der Massenströme zur Bereitstellung der Entzugsleistung erfolgt über die Formel 2 Berechnung der Massenströme. Die Werte wie Heizleistung und Elektrische Leistungsaufnahmen sind aus dem Planungshandbuch entnommen.

$$\dot{m}_{TW} = \frac{\dot{Q}_0}{c_{TW} \cdot \Delta t} \quad 22 \quad (\text{Formel 2})$$

**Formel 2 Berechnung der Massenströme**

---

<sup>21</sup> (Bosch Thermotechnik GmbH / Buderus, 2008)/ (Bosch Thermotechnik GmbH / Buderus Deutschland, 2007)

<sup>22</sup> (Paetec, Ges. für Bildung und Technik, 1998)

Wärmepumpentyp (Logatherm)	WPS 6	WPS 7,5	WPS 9	WPS 11	WPS 14	WPS 17
Heizleistung [ $P_H$ in kW] <sup>1</sup>	6,60	8,50	10,60	12,10	16,50	18,00
Anschlussleistung [ $P_{el}$ in kW] <sup>1</sup>	1,38	1,70	2,16	2,33	3,44	3,90
Entzugsleistung [ $P_0$ in kW] <sup>3</sup>	5,22	6,80	8,44	9,77	13,06	14,10
COP <sup>7</sup>	4,78	5,00	4,91	5,19	4,80	4,62
Benötigte Wärmeleistung aus dem Trinkwasser [ $P_0$ in kW] <sup>4</sup>	5,22	6,80	8,44	9,77	13,06	14,10
Wasserdurchsatz bei $\Delta t=3K$ [ $m^3/h$ ] <sup>5</sup>	1,49	1,95	2,42	2,80	3,74	4,04

Wärmepumpentyp (Logafix)	WPS 50	WPS 70	WPS 90	WPS 120	WPS 140	WPS 160
Heizleistung [ $P_H$ in kW] <sup>2</sup>	6,15	7,80	10,40	13,60	16,30	18,50
Anschlussleistung [ $P_{el}$ in kW] <sup>2</sup>	1,20	1,55	2,10	2,65	3,20	3,70
Entzugsleistung [ $P_0$ in kW] <sup>3</sup>	4,95	6,25	8,30	10,95	13,10	14,80
COP <sup>6</sup>	5,13	5,03	4,95	5,13	5,09	5,00
Benötigte Wärmeleistung aus dem Trinkwasser [ $P_0$ in kW] <sup>4</sup>	4,95	6,25	8,30	10,95	13,10	14,80
Wasserdurchsatz bei $\Delta t=3K$ [ $m^3/h$ ] <sup>5</sup>	1,42	1,79	2,38	3,13	3,75	4,24

Wärmepumpentyp (Logafix)	WPS 210	WPS 320	WPS 470	WPS 750	WPS 970
Heizleistung [ $P_H$ in kW] <sup>2</sup>	24,50	38,30	52,00	84,00	108,00
Anschlussleistung [ $P_{el}$ in kW] <sup>2</sup>	4,90	8,10	10,70	17,00	21,00
Entzugsleistung [ $P_0$ in kW] <sup>3</sup>	19,60	30,20	41,30	67,00	87,00
COP <sup>6</sup>	5,00	4,73	4,86	4,94	5,14
Benötigte Wärmeleistung aus dem Trinkwasser [ $P_0$ in kW] <sup>4</sup>	19,60	30,20	41,30	67,00	87,00
Wasserdurchsatz bei $\Delta t=3K$ [ $m^3/h$ ] <sup>5</sup>	5,61	8,65	11,82	19,18	24,90

Tabelle I Berechnung der Volumenströme im Kollektorkreis

- 1 - Ermittelt aus Buderus Planungsunterlage 2008 bei B5/W35
- 2 - Ermittelt aus Buderus Planungsunterlage 2007 bei B5/W35
- 3 - Entspricht der Entzugsleistung
- 4 - Ergibt sich aus  $\dot{Q}_0 = \dot{Q}_{WP} - P_{el}$
- 5 - Beispielrechnung am Beispiel WPS 6K

$$\dot{Q}_0 = \dot{m}_{TW} * c_{TW} * \Delta t$$

$$\dot{m}_{TW} = \frac{\dot{Q}_0}{c_{TW} * \Delta t}$$

$$\dot{m}_{TW} = \frac{5,22 \text{ kW}}{4,192 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * \text{K}} * 3\text{K}} * \frac{3600}{1000} \text{ s/h}$$

$$\dot{m}_{TW} = 1,49 \text{ m}^3/\text{h}$$

- 6 - Ermittlung nach DIN EN 255
- 7 - Ermittlung nach DIN EN 14511

## 5.2 Auslegung des Kollektorkreislaufs

Für die Dimensionierung liegt die DIN 1988 Teil 3 zugrunde. Die Leitungsdimensionen liegen je nach Wärmepumpe zwischen DN 20 und DN 80.

Rohrnetzberechnung										
Berarbeiter: Benjamin Horn					Datum: 10.10.2008					
Projekt: Diplomarbeit					Spreizung [K] = 3					
Eintrittstemperatur $\vartheta_E$ : 5 °C					Stromkreis: 2					
Austrittstemperatur $\vartheta_A$ : 2 °C										
Kollektorkreislauf										
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	
Aus dem Rohrplan				Vorläufige Rohr-abmessung	mit vorläufigem Rohrdurchmesser					Druck-verlust
Wärme-pumpen-typ	Wärme-strom	Massen-strom	Teil-strecken-länge							
Nr.	$\dot{Q}$ [kW]	$\dot{V}_s$ [l/s]	$l$ [m]	DN	$v$ [m/s]	$R$ [mbar/m]	$R \cdot l$ [Pa]	$\Sigma \xi$ -	$Z$ [Pa]	$\Delta p$ [Pa]
WPS 6	5,22	0,415	6,0	25	0,800	3,311	1986,6	10,2	3263,9	5250,5
WPS 7,5	6,80	0,541	6,0	25	0,919	4,667	2800,3	10,2	4303,1	7103,4
WPS 9	8,44	0,671	6,0	32	0,729	2,302	1381,3	9,8	2603,1	3984,4
WPS 11	9,77	0,777	6,0	32	0,846	2,985	1791,0	9,8	3508,9	5299,9
WPS 14	13,06	1,038	6,0	32	1,262	5,915	3549,1	9,8	7797,6	11346,7
WPS 17	14,10	1,121	6,0	32	1,379	7,088	4252,9	9,8	9315,2	13568,1
WPS 50	4,95	0,394	6,0	25	0,713	2,490	1493,7	9,8	2489,4	3983,1
WPS 70	6,25	0,497	6,0	25	0,806	3,842	2305,4	9,8	3183,4	5488,8
WPS 90	8,30	0,660	6,0	32	0,740	2,380	1428,1	9,8	2683,2	4111,3
WPS 120	10,95	0,871	6,0	32	1,029	3,834	2300,6	9,8	5191,1	7491,7
WPS 140	13,10	1,042	6,0	32	1,042	1,258	755,0	9,8	5316,6	6071,6
WPS 160	14,80	1,177	6,0	32	1,416	7,828	4696,9	9,8	9821,3	14518,2
WPS 210	19,60	1,559	6,0	40	1,141	3,907	2344,4	9,8	6384,3	8728,7
WPS 320	30,20	2,401	6,0	50	1,200	2,800	1680,0	9,8	7055,7	8735,7
WPS 470	41,30	3,284	6,0	50	1,420	4,968	2980,8	9,8	9882,3	12863,1
WPS 750	67,00	5,328	6,0	80	1,234	2,003	1202,1	9,8	7467,0	8669,1
WPS 970	87,00	6,918	6,0	80	1,516	3,066	1839,4	9,8	11267,1	13106,5

Tabelle II Reibungsverluste im Kollektorkreislauf

### 5.3 Auslegung des Trinkwasserkreislaufes

Die Leitungen sind einmal für Kunststoffrohr PE-HD und Edelstahlrohr laut DIN 1988-3 berechnet. Die sich ergebenden Druckverluste der Leitungen und deren Armaturen sind in den folgenden Tabellen dargestellt. Für die Dimensionierung wurden die berechneten Volumenströme der einzelnen Wärmeübertrager herangezogen.

Rohrnetzberechnung										
Berarbeiter: Benjamin Horn					Datum: 10.12.2008					
Projekt: Diplomarbeit					Spreizung [K] = 3					
Eintrittstemperatur $\vartheta_E$ : 10 °C					Stromkreis: 1					
Austrittstemperatur $\vartheta_A$ : 6 °C										
Trinkwasserkreislauf										
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	
Aus dem Rohrplan				Vorläufige Rohr-abmessung	mit vorläufigem Rohrdurchmesser					Druckverlust
Wärmepumpen-typ	Wärme-strom	Massen-strom	Teil-strecken-länge							
Nr.	$\dot{Q}$ [kW]	$\dot{V}_s$ [l/s]	$l$ [m]	DN	$v$ [m/s]	$R$ [mbar/m]	$R \cdot l$ [Pa]	$\Sigma \xi$ -	$Z$ [Pa]	$\Delta p$ [Pa]
WPS 6	5,22	0,420	30,0	20	1,320	11,280	338,4	19,5	16987,7	17326,1
WPS 7,5	6,80	0,540	30,0	25	0,920	4,680	140,4	19,5	8252,1	8392,5
WPS 9	8,44	0,650	30,0	25	1,550	12,650	379,5	19,5	23423,4	23802,9
WPS 11	9,77	0,710	30,0	25	1,880	17,910	537,3	19,5	34459,0	34996,3
WPS 14	13,06	1,010	30,0	32	1,680	10,830	324,9	18,1	25541,7	25866,6
WPS 17	14,10	1,070	30,0	32	1,830	13,470	404,1	18,1	30306,3	30710,4
WPS 50	4,95	0,480	30,0	20	1,080	8,120	243,6	18,1	10555,5	10799,1
WPS 70	6,25	0,480	30,0	20	1,880	24,040	721,2	18,1	31985,0	32706,2
WPS 90	8,30	0,600	30,0	25	1,560	13,000	390,0	18,1	22023,2	22413,2
WPS 120	10,95	0,830	30,0	25	2,040	2,040	61,2	18,1	37661,0	37722,2
WPS 140	13,10	0,950	30,0	32	0,950	1,800	54,0	18,1	8167,3	8221,3
WPS 160	14,80	1,130	30,0	32	1,770	12,330	369,9	18,1	28351,6	28721,5
WPS 210	19,60	1,490	30,0	50	1,610	7,480	224,4	18,1	23457,6	23682,0
WPS 320	30,20	2,260	30,0	50	1,100	2,480	74,4	18,1	10950,1	11024,5
WPS 470	41,30	3,100	30,0	50	1,500	4,500	135,0	18,1	20361,7	20496,7
WPS 750	67,00	5,000	30,0	80	1,300	2,200	66,0	18,1	15293,9	15359,9
WPS 970	87,00	6,430	30,0	80	1,414	2,656	79,7	18,1	18093,8	18173,5

Tabelle III Reibungsverluste im Trinkwasserkreislauf

#### 5.4 Auslegung der Wärmetauscher

Für die Übertragung einer Leistung zwischen zwei getrennten Stoffen wird ein Wärmeübertrager benötigt. Für die Berechnung des Wärmeübertrager wird die Formel 3 benutzt. Mit ihr kann die Fläche bestimmt, welche benötigt wird um eine bestimmte Leistung zu Übertragen. Nach Umstellung der Formel 3 nach der Fläche, kann diese berechnet werden.

$$\dot{Q} = kA \frac{\Delta t_E - \Delta t_A}{\ln \frac{\Delta t_E}{\Delta t_A}}$$

$$A = \frac{\dot{Q} \ln \frac{\Delta t_E}{\Delta t_A}}{k \times \Delta t_E - \Delta t_A} \quad \text{Formel 3}$$

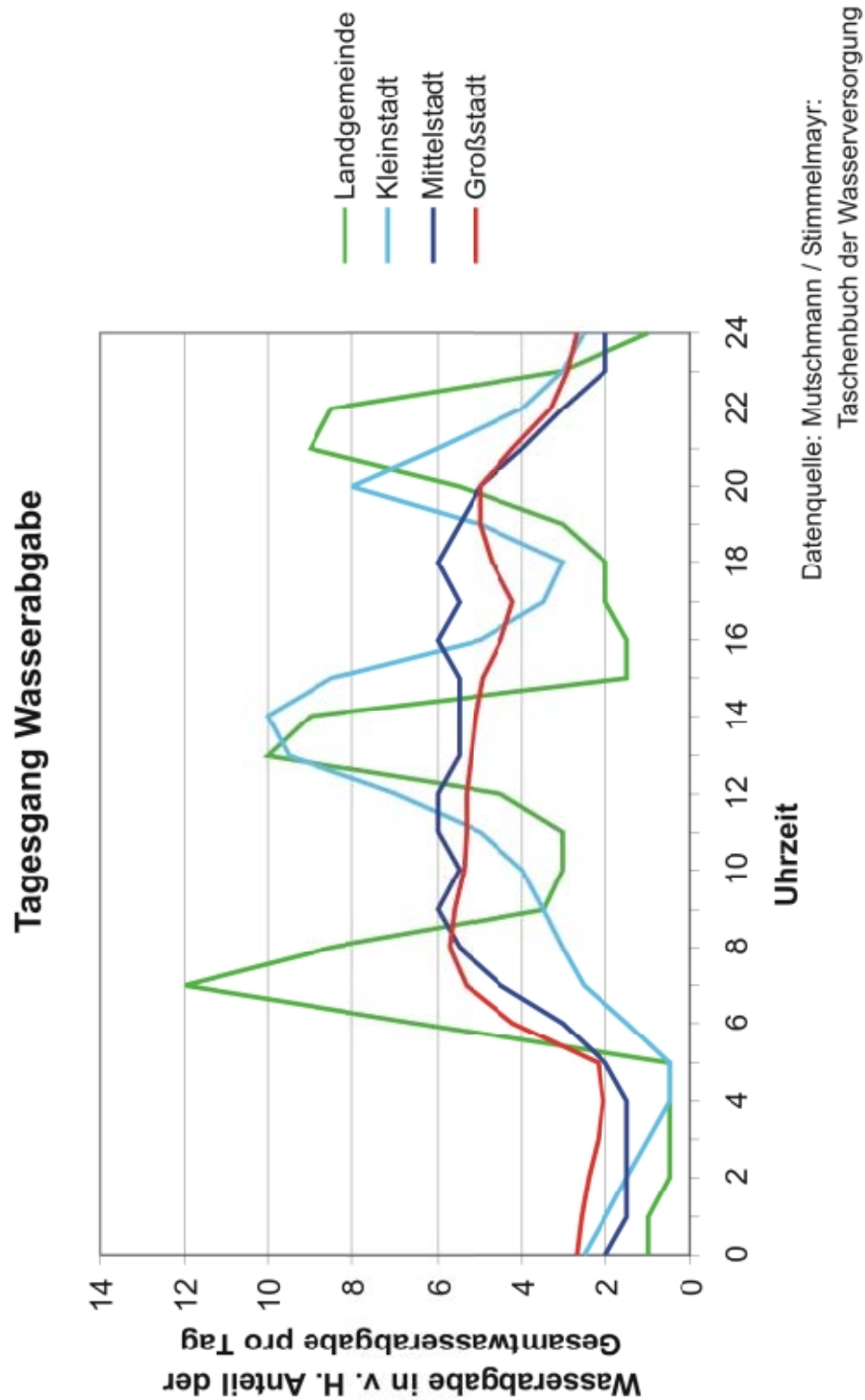
**Formel 3 Größenbestimmung des Wärmeübertragers**

Hierzu werden die Temperaturen der beiden Stoffe am Eintritt und Austritt des Wärmeübertragers subtrahiert. Hierbei ist auf die Art des Wärmeübertrager zu achten. Handelt es sich um einen Gleichstrom- oder einen Gegenstromwärmeübertrager.

## 6 Werte des Trinkwassernetzes

### 6.1 Durchflüsse im Trinkwassernetz

Das Trinkwassernetz unterliegt Schwankungen der Volumenströme, bedingt durch die bedarfsorientierte Abnahme der Verbraucher. Diese sind von Netz zu Netz unterschiedlich und sind vor der Installation einer Entwärmungseinheit zu prüfen, zur Vermeidung einer zu starken Abkühlung des Trinkwassers und Bereitstellung der benötigten Leistungen. Morgens, mittags, und ab den frühen Abendstunden erhöht sich der Verbrauch an Trinkwasser durch einen erhöhten Bedarf an Trinkwasser für Körperpflege oder die Zubereitung von Speisen. Problematisch ist es jedoch für die Wärmepumpe in den Nachtstunden die Leistungen zu entnehmen, da hier die Abnahme stagniert. Dies resultiert aus dem normalen Tagesablauf der Abnehmer. Abbildung XII zeigt den Tagesgang der Wasserabgabe für verschieden besiedelte Gebieten.

Abbildung XII Tagesgang der Wasserabgabe<sup>23</sup><sup>23</sup> (Stimmelmayer & Mutschmann, 1999)



Wärmepumpentyp (Logatherm)	WPS 6	WPS 7,5	WPS 9	WPS 11	WPS 14	WPS 17
Leistung [P in kW]	7,00	9,00	11,00	12,00	17,00	18,00
Wasserdurchsatz bei $\Delta t=4K$ [kg/s]	0,42	0,54	0,65	0,71	1,01	1,07

Wärmepumpentyp (Logafix)	WPS 50	WPS 70	WPS 90	WPS 120	WPS 140	WPS 160
Leistung [P in kW]	8,00	8,00	10,00	14,00	16,00	19,00
Wasserdurchsatz bei $\Delta t=4K$ [kg/s]	0,48	0,48	0,60	0,83	0,95	1,13

Wärmepumpentyp (Logafix)	WPS 210	WPS 320	WPS 470	WPS 750	WPS 970
Leistung [P in kW]	25,00	38,00	52,00	84,00	108,00
Wasserdurchsatz bei $\Delta t=4K$ [kg/s]	1,49	2,26	3,10	5,00	6,43

Einlasstemperatur 10°C  
Auslasstemperatur 6°C

Tabelle IV benötigte Volumenströme des Wärmeübertragers

Der geforderte Durchfluss im Trinkwassernetz hängt von der Leistung der Wärmepumpe ab. Je höher dessen Leistung ist desto mehr Trinkwasserdurchfluss wird benötigt. In Tabelle IV benötigte Volumenströme des Wärmeübertragers“ sind die Durchflüsse ermittelt und den Wärmepumpen zugeordnet. Um den sicheren Betrieb zu sichern und eine Erwärmung des ausgekühlten Wassers zu erzielen sollte der Durchfluss höher sein als die angegebenen, wie in 7.3, S.50 beschrieben.

## 6.2 Berechnung des Trinkwassernetzes

Die Berechnung des Trinkwassernetzes gestaltet sich sehr komplex und wird von vielen Randbedingungen beeinflusst. Es muss auf die Vermeidung von Stagnation aber auch eine ausreichende Rohrkapazität für nachträglich angeschlossene Trinkwasserabnehmer geachtet werden. Dies gestaltet sich besonders schwierig in vermaschten Netzen durch die ungenauen Fließwege und Fließrichtungen im Trinkwassernetz. Zur Berechnung gibt es mehrere Programme verschiedener Hersteller. Hier stehen beispielsweise Stanet, Epanet oder Waternet zur Auswahl. Welches Programm jedoch zum Einsatz kommt bestimmen die erforderlichen Funktionen, oder die Kosten der Anschaffung eines solchen Programmes. Für die Berechnung eines Trinkwassernetzes muss der Wasserversorger heran gezogen werden. Nur mit seiner Hilfe können bereits bestehende Leitungen bzw. Leitungsdimensionen ermittelt werden.

## 7 Lösungen und Rahmenbedingungen

### 7.1 Trinkwassertemperatur

Das Trinkwasser muss eine Temperatur über 6°C an der Entnahme aus dem trinkwassernetz haben. Optimal und nach Berechnung der Wärmeübertrager sollte sie jedoch bei 10°C liegen. Dies entspricht dem Mittelwert der Trinkwassertemperatur. Sollte sie unterschritten werden haben die Wärmeübertrager eine kleine Sicherheit, so dass ein kleines Leistungsplus existiert. Sie können mehr Leistung übertragen als die zur Auslegung zugrunde gelegten Werte.

### 7.2 Zweiter Wärmeerzeuger

Für den Fall, dass das Trinkwasser nicht die gewünschte Leistung erbringen kann ist in jeder Anlage ein zweiter Wärmeerzeuger vorzusehen. Er schaltet je nach Bedarf zu. Dieser kann unterschiedliche Gestalt annehmen. Der zweite Wärmeerzeuger kann, das in den meisten Wärmepumpen vorhandene, Elektroheizelement sein. Auch ein Holz oder Pelletkessel aber auch eine mit Gas oder Öl befeuerte Anlage kann den zweiten Wärmeerzeuger darstellen. Dieser sollte jedoch nur in absoluten Notsituationen zum Einsatz kommen.

### 7.3 Abhängigkeit der Temperatur vom Trinkwasservolumenstrom

Um eine Trinkwasserwärmepumpe zu installieren, muss das Trinkwassernetz den von der Wärmepumpe geforderten Trinkwasserdurchfluss gewährleisten. Am besten ist ein Volumenstrom der deutlich höher ist, als der von der Wärmepumpe benötigte. So erfolgt eine gute Vermischung des entwärmten Wassers mit dem, relativ gesehen, warmen Trinkwasser. So stellt sich eine Temperatur ein, welche kaum kühler ist als vor der Entnahme. Die Mischtemperatur kann mit Formel 45 berechnet werden.

$$T_{\text{misch}} = \frac{\dot{m}_{\text{warm}} \cdot T_{\text{warm}} + \dot{m}_{\text{kalt}} \cdot T_{\text{kalt}}}{\dot{m}_{\text{warm}} + \dot{m}_{\text{kalt}}} \quad (\text{Formel 5})$$

Formel 4 Berechnung der Mischtemperatur

Hieraus ergibt sich, je höher der Trinkwasserstrom im Versorgungsnetz ist, desto höher ist die sich einstellende Mischungstemperatur. Kann eine ausreichende Erwärmung des entwärmten Trinkwasser, über die Rohrwandung, nicht gewährleistet werden, kann dies Nachteile für die nachfolgenden Abnehmer haben. Die Temperaturdifferenz sollte nicht mehr als ein Kelvin betragen um dies zu vermeiden. Besteht im Trinkwassernetz kein Durchfluss kühlt die Wärmepumpe das Trinkwasser zu stark ab, so dass nach kurzer Zeit die Mindesttemperatur unterschritten wird und die Wärmepumpe abschaltet. Wie lange dies dauert hängt von dem Volumen im Teilstück und der Wärmezufuhr über die Rohrwandung ab. Eine solche Auskühlung sollte jedoch nicht eintreten, um einen ordnungsgemäßen Betrieb sicher zu stellen. Kann dieser benötigte Volumenstrom nicht gewährleistet werden ist ein Einsatz einer solchen Anlage nicht zu empfehlen.

#### 7.4 Bestimmung der Strömungsart

Zur Unterscheidung zwischen laminarer oder turbulenter Strömung dient die kritische Reynolds-Zahl, sie beträgt  $Re_c \approx 2300$ . Ist der berechnete Wert größer als 2300 handelt es sich um eine turbulente Strömung, liegt er darunter um eine laminare Strömung.

$$Re_{krit} = \frac{v \cdot l}{\nu} \quad (\text{Formel 6})$$

Formel 5 Berechnung der Reynolds-Zahl

Die turbulente Strömung hat den Vorteil, dass sie Verwirbelungen des Fluides verursacht und somit eine bessere Vermischung von dem an der Rohrwand erwärmten und dem kühleren Fluid in der Mitte der Leitung. Hohe Strömungsgeschwindigkeiten bedeuten aber auch hohe Reibungsverluste im Rohrnetz und bedingen eine höhere Pumpenleistung. Auch die Entstehung von Strömungsgeräuschen wird verstärkt. Ein positiver Erwärmungseffekt kann sich im Winter jedoch zu einem negativen Abkühleffekt wandeln.

## 7.5 Richtungswechsel in vermaschten Netzen

Bedingt durch die schwankende Abnahme, sowie die Trinkwassereinspeisung an mehreren Stellen kann es in vermaschten Netzen zur Fließrichtungsumkehr kommen. In diesem Fall würde die Wärmepumpe ihr zuvor entwärmtes Wasser wieder ansaugen und erneut erwärmen. So kann es in diesen Bereichen zur verstärkten Auskühlung kommen, wodurch Nachteile für spätere Abnehmer entstehen, wenn eine Aufwärmung bis zu dessen Entnahme nicht gewährleistet werden kann. Eine Möglichkeit diese Problematik zu verringern ist die Position der Anbohrschellen zu verändern. In Teilstücken mit Richtungsumkehr sollte ein Vielfaches höherer Volumenstrom in der Trinkwasserleitung als der entnommene Volumenstrom vorhanden sein. So stellt sich eine höhere Mischungstemperatur ein und verhindert eine zu starke Auskühlung durch Wärmezufuhr durch das Trinkwasser. Ist dies nicht zu gewährleisten muss hier von einem Einsatz einer solchen Anlage Abstand genommen werden. Die Installation in diesen Bereichen des Trinkwassernetzes ist generell kritisch zu betrachten. Eine Möglichkeit hier doch eine Wärmepumpenanlage, mit der Wärmequelle Trinkwasser, anzuschließen könnte eine Zwangsströmung bringen. Hierzu müsste mit einer Pumpe das Trinkwassernetz permanent umgewälzt werden. Daraus können weitere Vorteile für das Trinkwassernetz entstehen. Aber die eingesetzte Energie zum Betrieb der Pumpen und die Anschaffungskosten müssen hierzu in einem wirtschaftlichen Verhältnis zum Nutzen stehen. Eine genaue Durchführbarkeit könnte in weiterführenden Forschungsarbeiten erfolgen.

### 7.5.1 Position der Entnahme

Sind im Trinkwassernetz nur geringe Durchflüsse zu erwarten, kann durch die Position der Anbohrung, eine zu starke Auskühlung verhindert werden. In Versorgungsnetzen herrscht meist laminare Strömung, das heißt es entstehen keine Verwirbelungen.<sup>24</sup> Wenn die Rückspeisung über eine

---

<sup>24</sup> (Bohm, 2008)

seitliche Anbohrung erfolgt kann das kältere Wasser auf dem Grund der Leitungen fließen und sich langsam erwärmen. Die Entnahme sollte über eine obere Anbohrung geschehen um das oben fließende warme Wasser zu entnehmen. Dies ist jedoch vor der Installation mit dem Wasserversorger zu prüfen.

## 7.6 Sperrzeiten der Wärmepumpe

Die Wärmepumpe unterliegt je nach Aufstellungsort den vom Energieversorger vorgegebenen Stillstandzeiten. Diese können maximal drei mal zwei Stunden am Tag betragen. In diesen Zeiten bekommt die Wärmepumpe vom Versorger keinen Strom bereitgestellt und kann so auch keine Wärme erzeugen oder Brauchwasser bereiten. Die Stillstandzeiten sollen eine Überlastung des Stromnetzes zu Spitzenlastzeiten vermeiden und sollen eine häufige Laufzeit in Schwachlastzeiten veranlassen. Daher kann eine bessere Auslastung und somit eine wirtschaftlichere Betriebsweise der Kraftwerke realisiert werden. Somit wird in der Regel ein günstiger Wärmepumpenstromtarif angeboten. Diese Spitzenlasten gibt es ähnlich bei der Trinkwasserversorgung. Jedoch wird hier durch die Entnahme von Trinkwasser, das Trinkwassernetz nicht zusätzlich belastet, da das entnommene Wasser wieder zurück gespeist wird und den Verbrauchern zur Verfügung steht. Bei abnahmeschwachen Zeiten muss der geforderte Mindestdurchfluss, im Trinkwassernetz gesichert sein. Ist dieser nicht vorhanden muss die Wärmepumpe zusätzlich Sperrzeiten einhalten. Insbesondere sind hier die Nachtstunden zu betrachten. Aber auch in den Vormittags- und Nachmittagsstunden ist die Trinkwasserabnahme reduziert (siehe Abbildung XII Tagesgang der Wasserabgabe“). In dieser Zeit sind mögliche Sperrzeiten oder Laufzeitbeschränkungen denkbar. In welchem Umfang hier Sperrstunden nötig sind, ist überall verschieden und kann nicht verallgemeinert werden. Hier ist die Absprache mit dem örtlichen Wasserversorger notwendig. Er kann über den genauen Tagesgang Auskunft geben. Um zu lange Stillstandszeiten zu vermeiden kann die Anlage auch mit nicht abschaltbarem Strom betrieben werden.

So würden die Sperrstunden die durch den Energieversorger vorgegeben werden wegfallen. Dies hat in den meisten Fällen jedoch einen erhöhten Strompreis zu Folge.

### **7.7 Überbrückung der Sperrstunden**

Um die Sperrzeiten des Energieversorgers zu überbrücken und eine kontinuierliche Wärmebereitstellung zu gewährleisten, werden Pufferspeicher eingesetzt. Dieses Puffervolumen wird je nach der Dauer der Sperrstunden ausgelegt. Die in ihm gespeicherte Wärmeenergie kann die Sperrzeit überbrücken und das Gebäude mit Wärme versorgen. Für Sperrstunden durch Stagnation im Trinkwassernetz kann dieses Puffervolumen ebenso genutzt werden. Die Laufzeiten der Wärmepumpe müssen jedoch ausreichend lang sein, um die Gebäudeheizung und das Aufheizen des Puffervolumens zu realisieren. Stößt die ausgewählte Wärmepumpe an ihre Leistungsgrenze, sollte deren Heizleistung erhöht werden, so dass die benötigte Wärmemenge in den verbleibenden Stunden erzeugbar ist.

### **7.8 Wartung**

Die Anlage muss regelmäßig durch einen zertifizierten Fachmann gewartet bzw. auf eine korrekte Funktion überprüft werden. Denn es handelt sich um eine Anlage die mit dem Lebensmittel Trinkwasser in Kontakt steht. Dies sollte durch den Wasserversorger überprüft werden.

## **8 Schlussbetrachtung**

### **8.1 Gegenüberstellung mit bisherigen Systemen**

Eine Wärmepumpe mit der Wärmequelle Trinkwasser bietet eine alternative gegenüber Wärmepumpen mit Luft oder Erdwärme als Wärmequelle. Es werden nur der Trinkwasseranschluss und die Rückspeiseleitung zur Wärmegewinnung benötigt. Diese erfordern kein eigenes Grundstück sondern können wie Hausanschlüsse verlegt werden. Trotzdem kann eine umweltfreundliche Wärmepumpe eingesetzt werden, welche hohe Jahresarbeitszahlen, aufgrund der konstanten Temperatur des Trinkwassers, erreichen kann.

#### **8.1.1 Vorteile für den Wasserversorger**

Der Wasserversorger könnte als Contractor auftreten, wie unter 4.6 „Rechtliche Grenzen“ S.38 beschrieben, und somit einen geldwerten Vorteil erhalten. Auch die Versorgung der Gebäude des Wasserversorgers mit Wärme wäre denkbar. In einem Wasserwerk können dem Trinkwasser hohe Leistungen durch große Volumenströme und konstante Temperaturen entnommen werden.

### **8.2 Zusammenfassung der Ergebnisse**

Zum Betrieb einer Wärmepumpe mit der Wärmequelle Trinkwasser muss, wie bei einer Wärmepumpe mit herkömmlichen Wärmequellen, deren Tauglichkeit bestimmt werden. Der wichtigste Faktor ist wie viel Wärme dem Trinkwasser entzogen werden kann. Sie ist vom Trinkwasservolumenstrom und der Trinkwassertemperatur abhängig. Es kann hierzu keine Verallgemeinerung geben, da in verschiedenen Trinkwassernetzen keine konstanten Bedingungen herrschen. Die Durchführbarkeit einer Anlage ist grundsätzlich mit dem Wasserversorger abzustimmen. Die Installation wird jedoch, zu keinen Problemen mit dem Trinkwasser führen. Dies verhindert die beschriebene Entnahmeeinheit.



## Übersicht Formelzeichen

$P_{WP}$	... Wärmeleistung der Wärmepumpe [kW]
$P_{el}$	... elektr. Leistungsaufnahme der Wärmepumpe [kW]
$\dot{P}_0$	... benötigte Entzugsleistung der Wärmepumpe [kW]
$\dot{m}_{TW}$	... Massestrom des Trinkwassers [kg/h]
$c_{TW}$	... spezifischer Wärmehalt des Trinkwassers [J/(kgK)]
$\Delta t$	... Temperaturdifferenz [K]
$T_{misch}$	... Mischtemperatur
$\dot{m}_{TWkalt}$	... Massestrom des entwärmten Trinkwasser
$v$	... Fließgeschwindigkeit
$\nu$	... kinematische Viskosität
$l$	... Länge des Rohres
$Re$	... Reynoldszahl
$\Delta t_E$	... Temperaturdifferenz am Wärmeübertrager Eintritt
$\Delta t_A$	... Temperaturdifferenz am Wärmeübertrager Austritt

## Formelverzeichnis

<i>Formel 1 Berechnung der Entzugsleistung .....</i>	<i>10</i>
<i>Formel 2 Berechnung der Massenströme .....</i>	<i>40</i>
<i>Formel 3 Größenbestimmung des Wärmeübertragers.....</i>	<i>45</i>
<i>Formel 5 Berechnung der Mischtemperatur.....</i>	<i>50</i>
<i>Formel 6 Berechnung der Reynolds-Zahl .....</i>	<i>51</i>

## **Tabellenverzeichnis**

<i>Tabelle I Berechnung der Volumenströme im Kollektorkreis .....</i>	<i>41</i>
<i>Tabelle II Reibungsverluste im Kollektorkreislauf.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabelle III Reibungsverluste im Trinkwasserkreislauf .....</i>	<i>44</i>
<i>Tabelle IV benötigte Volumenströme des Wärmeübertragers .....</i>	<i>48</i>
<i>Tabelle V Berechnung der Volumenströme des Kollektorkreislaufes.....</i>	<i>62</i>

## Literaturverzeichnis

- Bohm, H. L. (August 2008). Dr. rer. nat. (B. Horn, Interviewer)
- Bosch Thermotechnik GmbH / Buderus Deutschland. (August 2007). Projektierungs- und Installationshandbuch Wärmepumpen.
- Bosch Thermotechnik GmbH / Buderus. (2008). Wärmepumpen Produktübersicht.
- Damrath, H., & Landwehr, C. (1998). *Wasserversorgung* (Bd. 11). Stuttgart: B.G.Teubner Stuttgart.
- DIN 1988. (Dezember 1988). *Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen*.
- DIN 2000. (Oktober 2000). Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser, Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung der Versorgungsanlagen.
- DIN 4109. (November 1989). Schallschutz im Hochbau.
- DIN EN 255. (Juli 1997). *Luftkonditionierer Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern - Heizen*. Europa.
- DVGW. (1. Mai 2001). Verordnung zur Novellierung zur Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001. 46. (DVGW, Hrsg.)
- Kaltschmitt, M., Huenges, E., & Wolf, H. (1999). *Energie aus Erdwärme*. Stuttgart: Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie.
- Kittner, H., Starke, W., & Wissel, D. (1988). *Wasserversorgung* (Bd. 6. überarbeitete Auflage). Berlin: VEB Verlag für Bauwesen.
- Paetec, Ges. für Bildung und Technik. (1998). *Formeln Tabellen Wissenswertes*. Berlin.
- Schuberth, J., & Kaschenz, H. (2008). *Internetseite des Umweltbundesamtes*. (F. I. Umweltbundesamt, Hrsg.) Von [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de) abgerufen

- SONDEX Deutschland GmbH Plattenwärmetauscher. (kein Datum).  
*Homepage der Firma SONDEX Deutschland GmbH*. Abgerufen am Oktober 2008 von [www.sondex.de](http://www.sondex.de)
- Stimmelmayer, J., & Mutschmann, F. (1999). *Taschenbuch der Wasserversorgung* (Bd. 12 überarbeitete Auflage). Braunschweig/Wiesbaden: Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH.
- VDI 4640-T1. (Dezember 2000). Thermische Nutzung des Untergrundes.
- VDI 4640-T2. (September 2001). Thermische Nutzung des Untergrundes.
- [www.heizung-haft.de](http://www.heizung-haft.de). (kein Datum). Abgerufen am 05. August 2008

## Selbstständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

03149 Forst, 26. Februar 2009



---

Benjamin Horn

## Anhang

Wärmepumpentyp (Logatherm)	WPS 6	WPS 7,5	WPS 9	WPS 11	WPS 14	WPS 17
Heizleistung [ $P_H$ in kW] <sup>1</sup>	6,60	8,50	10,60	12,10	16,50	18,00
Anschlussleistung [ $P_{el}$ in kW] <sup>1</sup>	1,38	1,70	2,16	2,33	3,44	3,90
Entzugsleistung [ $P_0$ in kW] <sup>3</sup>	5,22	6,80	8,44	9,77	13,06	14,10
COP <sup>7</sup>	4,78	5,00	4,91	5,19	4,80	4,62
Benötigte Wärmeleistung aus dem Trinkwasser [ $P_0$ in kW] <sup>4</sup>	5,22	6,80	8,44	9,77	13,06	14,10
Wasserdurchsatz bei $\Delta t=3K$ [ $m^3/h$ ] <sup>5</sup>	1,49	1,95	2,42	2,80	3,74	4,04

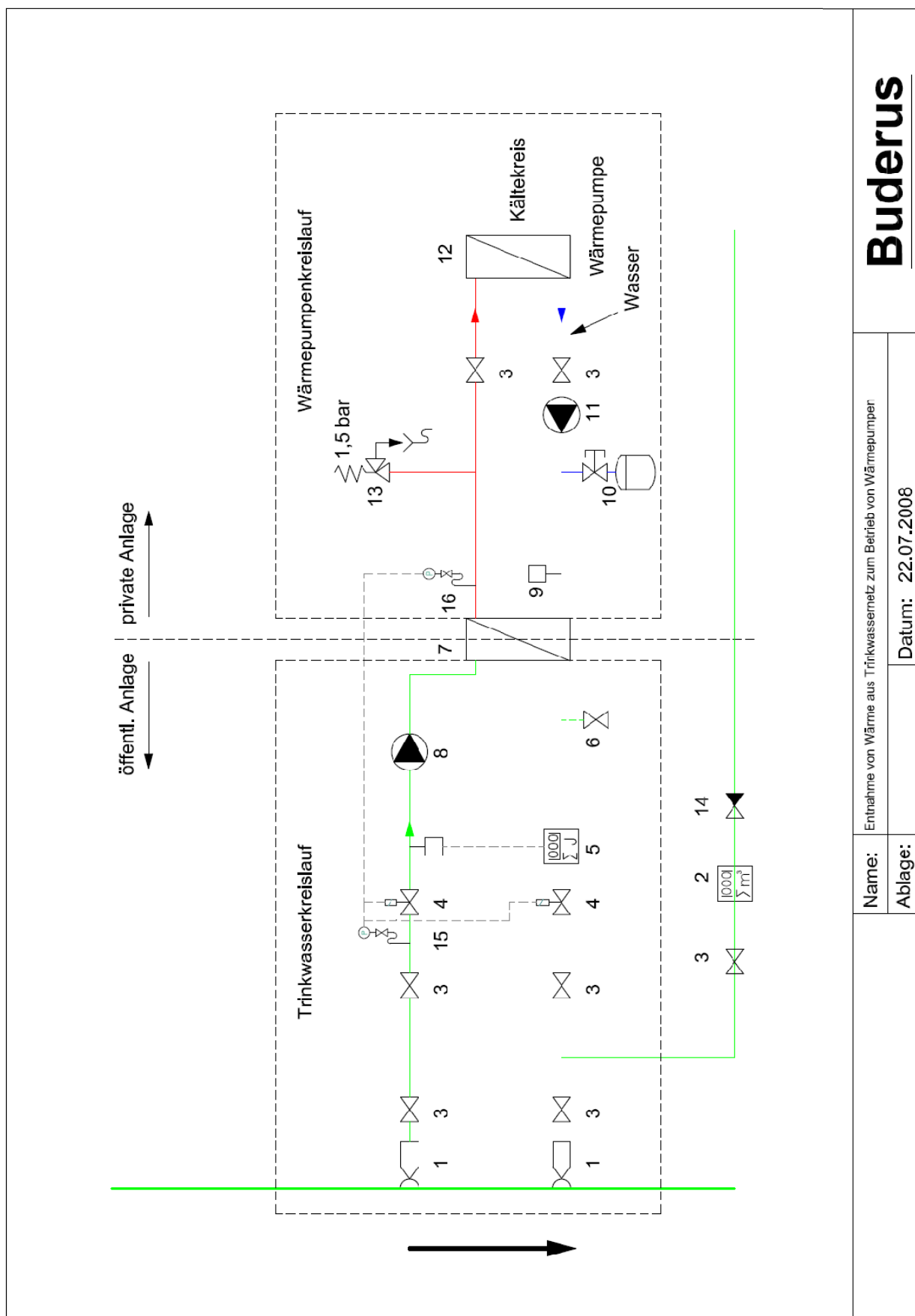
  

Wärmepumpentyp (Logafix)	WPS 50	WPS 70	WPS 90	WPS 120	WPS 140	WPS 160
Heizleistung [ $P_H$ in kW] <sup>2</sup>	6,15	7,80	10,40	13,60	16,30	18,50
Anschlussleistung [ $P_{el}$ in kW] <sup>2</sup>	1,20	1,55	2,10	2,65	3,20	3,70
Entzugsleistung [ $P_0$ in kW] <sup>3</sup>	4,95	6,25	8,30	10,95	13,10	14,80
COP <sup>6</sup>	5,13	5,03	4,95	5,13	5,09	5,00
Benötigte Wärmeleistung aus dem Trinkwasser [ $P_0$ in kW] <sup>4</sup>	4,95	6,25	8,30	10,95	13,10	14,80
Wasserdurchsatz bei $\Delta t=3K$ [ $m^3/h$ ] <sup>5</sup>	1,42	1,79	2,38	3,13	3,75	4,24

Wärmepumpentyp (Logafix)	WPS 210	WPS 320	WPS 470	WPS 750	WPS 970
Heizleistung [ $P_H$ in kW] <sup>2</sup>	24,50	38,30	52,00	84,00	108,00
Anschlussleistung [ $P_{el}$ in kW] <sup>2</sup>	4,90	8,10	10,70	17,00	21,00
Entzugsleistung [ $P_0$ in kW] <sup>3</sup>	19,60	30,20	41,30	67,00	87,00
COP <sup>6</sup>	5,00	4,73	4,86	4,94	5,14
Benötigte Wärmeleistung aus dem Trinkwasser [ $P_0$ in kW] <sup>4</sup>	19,60	30,20	41,30	67,00	87,00
Wasserdurchsatz bei $\Delta t=3K$ [ $m^3/h$ ] <sup>5</sup>	5,61	8,65	11,82	19,18	24,90

Tabelle V Berechnung der Volumenströme des Kollektorkreislaufes





**Legende**

- 1 Anbohrschelle
- 2 Wasserzähler
- 3 Kugelhahn
- 4 Magnetventil
- 5 Kältezähler
- 6 Entleerungsventil
- 7 Plattenwärmeübertrager
- 8 Umwälzpumpe
- 9 Temperaturfühler
- 10 Ausdehnungsgefäß
- 11 Umwälzpumpe
- 12 Plattenwärmeübertrager
- 13 Überdrucksicherheitsventil
- 14 Rückflussverhinderer
- 15 Maximaldruckbegrenzer

**Abbildung XIII Schaltplan zur Entwärmung von Trinkwasser**



## Druckschalter DS 600



### Typ DS 600/200

**Schaltpunkt**  
Fest eingestellt auf 1 bar  
(werkseitig fest einstellbar  
zwischen 0,5 und 6 bar)

**Überdrucksicherheit**  
7 bar

**Schaltdifferenz**  
0,3 bar

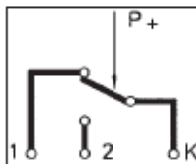
**Druckanschluss**  
Messing, R<sup>1</sup>/<sub>4</sub> DIN 2999,  
festes Gewinde

**Gehäuse**  
Kunststoff/Stahlblech  
B x H x T: 44 x 29 x 32 mm

**Schutzart**  
IP 00 (EN 60529)

**Kontaktbelastung**  
K1 16 (4) A AC 250 V  
K1-2 6 (1) A AC 400 V

#### Schaltschema



### Typ DS 600/220

**Schaltpunkt**  
Fest eingestellt auf 1 bar  
(werkseitig fest einstellbar  
zwischen 1 und 6 bar)

**Überdrucksicherheit**  
7 bar

**Schaltdifferenz**  
0,3 bar

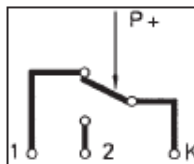
**Druckanschluss/Kapillare**  
Messing, G<sup>1</sup>/<sub>4</sub>B,  
Druckschraube (drehbar),  
Kapillarlänge 1000 mm

**Gehäuse**  
Kunststoff/Stahlblech  
B x H x T: 44 x 37 x 34 mm

**Schutzart**  
IP 00 (EN 60529)

**Kontaktbelastung**  
K1 16 (4) A AC 250 V  
K1-2 6 (1) A AC 400 V

#### Schaltschema



### Typ DS 600/250

**Schaltpunkt**  
Werkseitig fest eingestellt  
zwischen 0,5 und 6 bar

**Überdrucksicherheit**  
2 bar höher als Schaltpunkt

**Schaltdifferenz**  
0,3 bar

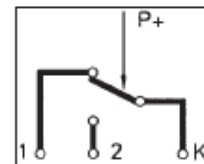
**Druckanschluss**  
Messing, R<sup>1</sup>/<sub>4</sub> DIN 2999,  
festes Gewinde

**Gehäuse**  
Kunststoff/Edelstahl  
34 x 26 mm (Ø x H)

**Schutzart**  
IP 00 (EN 60529)

**Kontaktbelastung**  
K1 16 (4) A AC 250 V  
K1-2 6 (1) A AC 400 V

#### Schaltschema



#### Optionen

- Fester Kabelanschluss mit 1 Meter Kabel
- Andere Schaltpunkte

Datenblatt 1 Datenblatt Afriso Druckschalter



**DSL, DSH: Druckbegrenzer besonderer Bauart**

Zum Überwachen von Drücken in Flüssigkeiten, Gasen und Dämpfen. Geprüft nach VdTÜV Druck 100/1 DIN 3398, Teil 4 (z.B. für Anlagen nach EN 12828 und TRD 604) und konform mit der europäischen Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EG Kat. IV (Modul B und D).

Kompaktes Gerät für Rohrmontage oder Wandmontage (mit Zubehör). Transparente Abdeckung aus schlagfestem Thermoplast. Einstellknopf für den Schaltpunkt mit Skala, plombierbar. Manuelle Entriegelung. Mikroschalter mit einpoligem Umschalter, Silberkontakt vergoldet. Druckanschluss G $\frac{1}{2}$ A. Gerätestecker mit mitgelieferter Leitungsdose, berührungsgeschützt nach EN 60730 für flexibles Kabel von 6 bis 10 mm Außendurchmesser.

Typ	Einstellbereich bar	min. Änderung für Reset <sup>1)</sup> bar	max. Druck bar	max. Fühlertemp. °C	Gewicht kg
<b>Verriegelt bei fallendem Druck (SDBF), Druckfühler aus Messing für nichtaggressive Medien</b>					
DSL 140 F001	0...2,5	+0,4	12	70	0,5
DSL 143 F001	0...6	+0,5	16	70	0,5
DSL 152 F001	6...16	+1,2	30	70	0,4
<b>Verriegelt bei steigendem Druck (SDB), Druckfühler aus Inrotahl für aggressive Medien</b>					
DSH 127 F001	-1...5	-0,4	16	110	0,5
DSH 143 F001	0,5...6	-0,45	16	110	0,5
DSH 146 F001	1...10	-0,8	18	110	0,5
DSH 152 F001	2...16	-1,5	60	110	0,3
DSH 158 F001	5...25	-1,8	60	110	0,3
DSH 170 F001	15...40	-2,0	60	110	0,3

zul. Kontaktbelastung als Silberkontakt <sup>2)</sup>	10(4) A, 250 V~ 50 W, 250 V~	Schutzgrad	IP 65 (EN 60529)
minimal	100 mA, 24 V	Schutzklasse	I (IEC 60730)
als Goldkontakt <sup>3)</sup>	400 mA, 24 V; 10 VA	Prüfkennzeichen <sup>4)</sup>	DSL SDBF ID: 0000006022
minimal	4 mA, 5V		DSH SDB ID: 0000006023
zul. Vakuumbelastbarkeit	-1,0 bar	DIN CERTO:	DIN 3398-4
Typ 140; 143	-0,7 bar		DGRL Kat. IV
zul. Umgebungstemperatur	-20...70 °C	Anschlussplan	A01503
		Massbild	M07815
		Montagevorschrift	MV 505560
		Materialdeklaration	MD 23.770

**Zubehör**

0095465 000	Drosselschraube zum Dämpfen von Druckstößen, Messing
0114467 000*	1 m Kapillarrohr zum Dämpfen von Druckstößen, Stahl
0192222 000*	Überwurfmutter mit Löttrippel
0192700 000*	1 m Kapillarrohr zum Dämpfen von Druckstößen, Kupfer
0214120 000	Drosselschraube zum Dämpfen von Druckstößen, Inrotahl
0259239 000*	Reduziermutter G $\frac{1}{2}$ auf $\frac{1}{4}$ " 20-UNF-2A für Kupferrohre Ø 6 mm, Messing
0292001 000	Stellwerteneinstellung nach Kundenwunsch ( $\pm$ 3% des Einstellbereiches, jedoch min. $\pm$ 0,2 bar)
0292004 000	Stellwerteneinstellung plombiert (nur mit Zubehör 0292001)
0292018 001*	Dämpfungsschraube zum Dämpfen von Druckstößen in dünnflüssigen Medien
0292150 001*	Montagewinkel für Wandmontage
0296936 000*	Haltebügel für Tragschiene: Hutschiene EN 50022, 35 x 7,5 bzw. 35 x 15 (nur mit Zubehör 0292150)
0311572 000*	Verschraubung für Kupferrohre Ø 6 mm, Messing
0381141 001*	Profil-Dichtung aus Cu für G $\frac{1}{2}$ "

<sup>1)</sup> Massbild oder Anschlussplan unter gleicher Nummer vorhanden

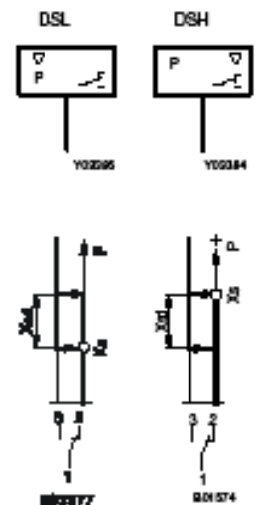
<sup>2)</sup> Mittelwerte

<sup>3)</sup> siehe technischer Anhang: RC-Beschaltung bei induktiver Last

<sup>4)</sup> Wenn der Kontakt einmal hoher belastet wird als angegeben, dann wird die Goldschicht zerstört.

Ergibt dann nur noch als Silberkontakt und verliert die Eigenschaften des Goldkontaktes.

Zertifikate zum Download unter [www.tuv.com](http://www.tuv.com)

**Datenblatt 2 Sauter Maximaldruckbegrenzer**



MINISTRY OF FAMILY  
AND CONSUMER AFFAIRS

Danish Veterinary  
and Food Administration

1204621

## KINGDOM OF DENMARK

### Health Certificate

Attestation sanitaire/Certificado de sanidad/Гигиенический сертификат

Exporter/Exportateur/Exportador/Экспортёр  Sondex A/S Jernet 9 6000 Kolding	Consignee/Destinatario/Consignatario/Получатель  Sondex Customers
Means of transport/Moyen de transport/Medio de transporte/Пансионат-де-эспорти	Reference/Referencia/Referencia/Номер документа

Product Produkt Producto Продукт	No. and kind/Nº et type Cantidad y tipo Cantidad y tipo Количество и вид	Description of goods Description des marchandises Descripción de la mercancía Описание товара	Gross weight Poids brut Peso bruto Вес брутто	Net weight Poids net Peso neto Вес нетто
Sondex A/S		Heat exchanger or freshwater distiller		

We, the exporter, hereby declare that the above mentioned products fulfil requirements in the Danish legislation on transfer of constituents from materials and articles intended to come into contact with foodstuffs. We further declare that the products can safely be used in connection with foodstuffs and that the products can be freely sold in Denmark provided that they are used in accordance with the manufacturer's instructions.

Kolding d.16/10 2007  
Denmark

Place and date/Lieu et date  
Lugar y fecha/Lugar y fecha

**SONDEX A/S**  
JERNET 9  
DK-6000 KOLDING  
TEL. 75 88 81 00  
FAX 75 88 81 00  
Stamp and signature of the exporter/Cachet et signature de l'exportateur  
Sello y firma del exportador/Стемп и подпись экспортёра

Declared before the official authority  
Déclaration devant les services officiels  
Declarado ante la Autoridad oficial  
Заявление сделано в присутствии представителя органа власти

17 OKT. 2007



*Charlotte Eland*  
Charlotte Eland

General 10-2004  
LSP - 100

## Sondex Deutschland GmbH - Design &amp; Datenliste

		V0998A	
Buderus BBT GmbH	Herr Horn	08.12.2008	
SDAAS 1068002	Auslegung PWT	WPS 6	Item: 18
PWA-Type	S4A-IT10-12-TLA-LIQUID	Warme Seite	Kalte Seite
Menge	(kg/s)	0,42	0,55
Einlasstemperatur	(°C)	10,00	2,00
Auslasstemperatur	(°C)	6,00	5,00
Druckverlust	(kPa)	12,62	15,00
Übertragene Wärmemenge	(kW)	7	
Physikalische Kennwerte:		Water	Water
Dichte	(kg/m³)	999,73	1.000,22
Spezifische Wärme	(kJ/kg*K)	4,20	4,20
Wärmeleitfähigkeit	(W/m*K)	0,58	0,57
Viskosität Produkt	(mPa*s)	1,40	1,60
Viskosität Wand	(mPa*s)	1,60	1,40
Fouling Faktoren	(m²*K/kW)	0,01	0,01
Dimensionierungs Faktor	%	10,19	
Einlassstutz		F1	F3
Auslassstutz		F4	F2
Gestell und Platten Design:			
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 5 + 0 x 0	
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 6 + 0 x 0	
Plattenzahl		12	
Effektive Fläche	(m²)	0,42	
K-Wert Ausgabe/Rein	(W/m²*K)	3.719,06	4.098,06
Plattenmaterial		0.5 mm AISI 316	
Dichtungsmaterial / Max. temp		NITRIL HT HANG ON (H) / 140	
Max. Design Temperatur	(°C)	100,00	
Max. Arbeits-/Probedruck	(MPa)	1,00	1,30
Max. Differenz-druck	(MPa)	1,00	
Zertifikat		Sondex Standard	
Volumen	(dm³)	2	
Gestell Länge	(mm)	112	Max. Plattenzahl 20
Netto Gewicht	(kg)	22	
Gestell Typ		IT	
Anschlüsse WARME Seite :	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
Anschlüsse KALTE Seite:	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
PREIS PRO STCK.	EURO	313	
LIEFERBEDINGUNGEN			
ZAHLUNGSBEDINGUNGEN			
LIEFERZEIT			
ANGEBOTSGÜLTIGKEIT			
SACHBEARBEITET VON	i.A. A.Schulz		
Zubehör:	EURO	15	
Category C2 RAL5010			
½ Pallet (600x800)		15	

Sondex Deutschland GmbH  
Tel: +49(0)4171788330

Moorweg 15

21423 Winsen (Luhe)  
Fax: +49(0)4171788350

## Sondex Deutschland GmbH - Design &amp; Datenliste

V0998A

Buderus BBT GmbH  
SDAAS 1068002Herr Horn  
Auslegung PWT

WPS 7,5

08.12.2008  
Item: 19

PWA-Type	S4A-IT10-15-TL-LIQUID	Warme Seite	Kalte Seite
Menge	(kg/s)	0,54	0,71
Einlasstemperatur	(°C)	10,00	2,00
Auslasstemperatur	(°C)	6,00	5,00
Druckverlust	(kPa)	11,14	17,59
Übertragene Wärmemenge	(kW)	9	

## Physikalische Kennwerte:

		Water	Water
Dichte	(kg/m³)	999,73	1.000,22
Spezifische Wärme	(kJ/kg*K)	4,20	4,20
Wärmeleitfähigkeit	(W/m*K)	0,58	0,57
Viskosität Produkt	(mPa*s)	1,40	1,60
Viskosität Wand	(mPa*s)	1,60	1,40
Fouling Faktoren	(m²*K/kW)	0,01	0,01
Dimensionierungs Faktor	%	7,55	
Einlassstutz		F1	F3
Auslassstutz		F4	F2

## Gestell und Platten Design:

Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1	x	7	+	0	x	0
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1	x	7	+	0	x	0
Plattenzahl		15						
Effektive Fläche	(m²)	0,55						
K-Wert Ausgabe/Rein	(W/m²*K)	3.678,19		3.955,94				
Plattenmaterial		0.5 mm		AISI 316				
Dichtungsmaterial / Max. temp		NITRIL HT		HANG ON (H) / 140				
Max. Design Temperatur	(°C)	100,00						
Max. Arbeits-/Probedruck	(MPa)	1,00		1,30				
Max. Differenz-druck	(MPa)	1,00						
Zertifikat		Sondex Standard						
Volumen	(dm³)	2						
Gestell Länge	(mm)	112		Max. Plattenzahl		20		
Netto Gewicht	(kg)	23						
Gestell Typ		IT						
Anschlüsse WARME Seite :	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316						
Anschlüsse KALTE Seite:	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316						

PREIS PRO STCK. EURO 333

LIEFERBEDINGUNGEN

ZAHLUNGSBEDINGUNGEN

LIEFERZEIT

ANGEBOTSGÜLTIGKEIT

SACHBEARBEITET VON i.A. A.Schulz

Zubehör: EURO 15

Category C2 RAL5010

½ Pallet (600x800) 15

Sondex Deutschland GmbH  
Tel: +49(0)4171788330

Moorweg 15

21423 Winsen (Luhe)  
Fax: +49(0)4171788350

## Sondex Deutschland GmbH - Design &amp; Datenliste

		V0998A	
Buderus BBT GmbH	Herr Horn	08.12.2008	
SDAAS 1068002	Auslegung PWT	WPS 9	Item: 20
PWA-Type	S4A-IT10-17-TLA-LIQUID	Warme Seite	Kalte Seite
Menge	(kg/s)	0,65	0,87
Einlasstemperatur	(°C)	10,00	2,00
Auslasstemperatur	(°C)	6,00	5,00
Druckverlust	(kPa)	12,47	19,70
Übertragene Wärmemenge	(kW)	11	
Physikalische Kennwerte:		Water	Water
Dichte	(kg/m³)	999,73	1.000,22
Spezifische Wärme	(kJ/kg*K)	4,20	4,20
Wärmeleitfähigkeit	(W/m*K)	0,58	0,57
Viskosität Produkt	(mPa*s)	1,40	1,60
Viskosität Wand	(mPa*s)	1,60	1,40
Fouling Faktoren	(m²*K/kW)	0,01	0,01
Dimensionierungs Faktor	%	5,69	
Einlassstutz		F1	F3
Auslassstutz		F4	F2
Gestell und Platten Design:			
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 8 + 0 x 0	
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 8 + 0 x 0	
Plattenzahl		17	
Effektive Fläche	(m²)	0,63	
K-Wert Ausgabe/Rein	(W/m²*K)	3.896,16	4.117,96
Plattenmaterial		0.5 mm AISI 316	
Dichtungsmaterial / Max. temp		NITRIL HT HANG ON (H) / 140	
Max. Design Temperatur	(°C)	100,00	
Max. Arbeits-/Probedruck	(MPa)	1,00	1,30
Max. Differenz-druck	(MPa)	1,00	
Zertifikat		Sondex Standard	
Volumen	(dm³)	3	
Gestell Länge	(mm)	112	Max. Plattenzahl 20
Netto Gewicht	(kg)	24	
Gestell Typ		IT	
Anschlüsse WARME Seite :	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
Anschlüsse KALTE Seite:	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
PREIS PRO STCK.	EURO	346	
LIEFERBEDINGUNGEN			
ZAHLUNGSBEDINGUNGEN			
LIEFERZEIT			
ANGEBOTSGÜLTIGKEIT			
SACHBEARBEITET VON	i.A. A.Schulz		
Zubehör:	EURO	15	
Category C2 RAL5010			
½ Pallet (600x800)		15	

Sondex Deutschland GmbH  
Tel: +49(0)4171788330

Moorweg 15

21423 Winsen (Luhe)  
Fax: +49(0)4171788350



## Sondex Deutschland GmbH - Design &amp; Datenliste

Buderus BBT GmbH		Herr Horn	V0998A	
SDAAS 1068002		Auslegung PWT	WPS 11	08.12.2008
				Item: 21
PWA-Type	S4A-IT10-20-TL-LIQUID	Warme Seite	Kalte Seite	
Menge	(kg/s)	0,71	0,95	
Einlasstemperatur	(°C)	10,00	2,00	
Auslasstemperatur	(°C)	6,00	5,00	
Druckverlust	(kPa)	11,96	16,13	
Übertragene Wärmemenge	(kW)	12		
Physikalische Kennwerte:		Water	Water	
Dichte	(kg/m³)	999,73	1.000,22	
Spezifische Wärme	(kJ/kg*K)	4,20	4,20	
Wärmeleitfähigkeit	(W/m*K)	0,58	0,57	
Viskosität Produkt	(mPa*s)	1,40	1,60	
Viskosität Wand	(mPa*s)	1,60	1,40	
Fouling Faktoren	(m²*K/kW)	0,02	0,02	
Dimensionierungs Faktor	%	14,87		
Einlassstutz		F1	F3	
Auslassstutz		F4	F2	
Gestell und Platten Design:				
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 9 + 0 x 0		
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 10 + 0 x 0		
Plattenzahl		20		
Effektive Fläche	(m²)	0,76		
K-Wert Ausgabe/Rein	(W/m²*K)	3.541,96	4.068,73	
Plattenmaterial		0.5 mm	AISI 316	
Dichtungsmaterial / Max. temp		NITRIL HT HANG ON (H) / 140		
Max. Design Temperatur	(°C)	100,00		
Max. Arbeits-/Probedruck	(MPa)	1,00	1,30	
Max. Differenz-druck	(MPa)	1,00		
Zertifikat		Sondex Standard		
Volumen	(dm³)	3		
Gestell Länge	(mm)	212	Max. Plattenzahl	42
Netto Gewicht	(kg)	25		
Gestell Typ		IT		
Anschlüsse WARME Seite :	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316		
Anschlüsse KALTE Seite:	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316		
PREIS PRO STCK.	EURO	368		
LIEFERBEDINGUNGEN				
ZAHLUNGSBEDINGUNGEN				
LIEFERZEIT				
ANGEBOTSGÜLTIGKEIT				
SACHBEARBEITET VON	i.A. A.Schulz			
Zubehör:	EURO	15		
Category C2 RAL5010				
½ Pallet (600x800)		15		

Sondex Deutschland GmbH  
Tel: +49(0)4171788330

Moorweg 15

21423 Winsen (Luhe)  
Fax: +49(0)4171788350

## Sondex Deutschland GmbH - Design &amp; Datenliste

		V0998A	
Buderus BBT GmbH	Herr Horn	08.12.2008	
SDAAS 1068002	Auslegung PWT	WPS 14	Item: 22
PWA-Type	S4A-IT10-25-TL-LIQUID	Warme Seite	Kalte Seite
Menge	(kg/s)	1,01	1,35
Einlasstemperatur	(°C)	10,00	2,00
Auslasstemperatur	(°C)	6,00	5,00
Druckverlust	(kPa)	13,51	21,44
Übertragene Wärmemenge	(kW)	17	
Physikalische Kennwerte:		Water	Water
Dichte	(kg/m³)	999,73	1.000,22
Spezifische Wärme	(kJ/kg*K)	4,20	4,20
Wärmeleitfähigkeit	(W/m*K)	0,58	0,57
Viskosität Produkt	(mPa*s)	1,40	1,60
Viskosität Wand	(mPa*s)	1,60	1,40
Fouling Faktoren	(m²*K/kW)	0,01	0,01
Dimensionierungs Faktor	%	7,69	
Einlassstutz		F1	F3
Auslassstutz		F4	F2
Gestell und Platten Design:			
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 12 + 0 x 0	
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 12 + 0 x 0	
Plattenzahl		25	
Effektive Fläche	(m²)	0,97	
K-Wert Ausgabe/Rein	(W/m²*K)	3.926,96	4.228,87
Plattenmaterial		0.5 mm	AISI 316
Dichtungsmaterial / Max. temp		NITRIL HT HANG ON (H) / 140	
Max. Design Temperatur	(°C)	100,00	
Max. Arbeits-/Probedruck	(MPa)	1,00	1,30
Max. Differenz-druck	(MPa)	1,00	
Zertifikat		Sondex Standard	
Volumen	(dm³)	4	
Gestell Länge	(mm)	212	Max. Plattenzahl 42
Netto Gewicht	(kg)	27	
Gestell Typ		IT	
Anschlüsse WARME Seite :	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
Anschlüsse KALTE Seite:	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
PREIS PRO STCK.	EURO	401	
LIEFERBEDINGUNGEN			
ZAHLUNGSBEDINGUNGEN			
LIEFERZEIT			
ANGEBOTSGÜLTIGKEIT			
SACHBEARBEITET VON	i.A. A.Schulz		
Zubehör:	EURO	15	
Category C2 RAL5010			
½ Pallet (600x800)		15	

Sondex Deutschland GmbH  
Tel: +49(0)4171788330

Moorweg 15

21423 Winsen (Luhe)  
Fax: +49(0)4171788350

## Sondex Deutschland GmbH - Design &amp; Datenliste

		V0998A	
Buderus BBT GmbH	Herr Horn	08.12.2008	
SDAAS 1068002	Auslegung PWT	WPS 17	Item: 23
PWA-Type	S4A-IT10-25-TL-LIQUID	Warme Seite	Kalte Seite
Menge	(kg/s)	1,07	1,43
Einlasstemperatur	(°C)	10,00	2,00
Auslasstemperatur	(°C)	6,00	5,00
Druckverlust	(kPa)	14,81	23,49
Übertragene Wärmemenge	(kW)	18	
Physikalische Kennwerte:		Water	Water
Dichte	(kg/m³)	999,73	1.000,22
Spezifische Wärme	(kJ/kg*K)	4,20	4,20
Wärmeleitfähigkeit	(W/m*K)	0,58	0,57
Viskosität Produkt	(mPa*s)	1,40	1,60
Viskosität Wand	(mPa*s)	1,60	1,40
Fouling Faktoren	(m²*K/kW)	0,01	0,01
Dimensionierungs Faktor	%	4,77	
Einlassstutz		F1	F3
Auslassstutz		F4	F2
Gestell und Platten Design:			
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 12 + 0 x 0	
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 12 + 0 x 0	
Plattenzahl		25	
Effektive Fläche	(m²)	0,97	
K-Wert Ausgabe/Rein	(W/m²*K)	4.157,95	4.356,11
Plattenmaterial		0.5 mm	AISI 316
Dichtungsmaterial / Max. temp		NITRIL HT HANG ON (H) / 140	
Max. Design Temperatur	(°C)	100,00	
Max. Arbeits-/Probedruck	(MPa)	1,00	1,30
Max. Differenz-druck	(MPa)	1,00	
Zertifikat		Sondex Standard	
Volumen	(dm³)	4	
Gestell Länge	(mm)	212	Max. Plattenzahl 42
Netto Gewicht	(kg)	27	
Gestell Typ		IT	
Anschlüsse WARME Seite :	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
Anschlüsse KALTE Seite:	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
PREIS PRO STCK.	EURO	401	
LIEFERBEDINGUNGEN			
ZAHLUNGSBEDINGUNGEN			
LIEFERZEIT			
ANGEBOTSGÜLTIGKEIT			
SACHBEARBEITET VON	i.A. A.Schulz		
Zubehör:	EURO	15	
Category C2 RAL5010			
½ Pallet (600x800)		15	

Sondex Deutschland GmbH  
Tel: +49(0)4171788330

Moorweg 15

21423 Winsen (Luhe)  
Fax: +49(0)4171788350

## Sondex Deutschland GmbH - Design &amp; Datenliste

		V0998A	
Buderus BBT GmbH	Herr Horn	08.12.2008	
SDAAS 1068002	Auslegung PWT	WPS 50	Item: 24
PWA-Type	S4A-IT10-15-TL-LIQUID	Warme Seite	Kalte Seite
Menge	(kg/s)	0,48	0,63
Einlasstemperatur	(°C)	10,00	2,00
Auslasstemperatur	(°C)	6,00	5,00
Druckverlust	(kPa)	9,25	14,60
Übertragene Wärmemenge	(kW)	8	
Physikalische Kennwerte:		Water	Water
Dichte	(kg/m³)	999,73	1.000,22
Spezifische Wärme	(kJ/kg*K)	4,20	4,20
Wärmeleitfähigkeit	(W/m*K)	0,58	0,57
Viskosität Produkt	(mPa*s)	1,40	1,60
Viskosität Wand	(mPa*s)	1,60	1,40
Fouling Faktoren	(m²*K/kW)	0,02	0,02
Dimensionierungs Faktor	%	13,72	
Einlassstutz		F1	F3
Auslassstutz		F4	F2
Gestell und Platten Design:			
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 7 + 0 x 0	
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 7 + 0 x 0	
Plattenzahl		15	
Effektive Fläche	(m²)	0,55	
K-Wert Ausgabe/Rein	(W/m²*K)	3.269,50	3.718,17
Plattenmaterial		0.5 mm AISI 316	
Dichtungsmaterial / Max. temp		NITRIL HT HANG ON (H) / 140	
Max. Design Temperatur	(°C)	100,00	
Max. Arbeits-/Probedruck	(MPa)	1,00	1,30
Max. Differenz-druck	(MPa)	1,00	
Zertifikat		Sondex Standard	
Volumen	(dm³)	2	
Gestell Länge	(mm)	112	Max. Plattenzahl 20
Netto Gewicht	(kg)	23	
Gestell Typ		IT	
Anschlüsse WARME Seite :	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
Anschlüsse KALTE Seite:	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
PREIS PRO STCK.	EURO	333	
LIEFERBEDINGUNGEN			
ZAHLUNGSBEDINGUNGEN			
LIEFERZEIT			
ANGEBOTSGÜLTIGKEIT			
SACHBEARBEITET VON	i.A. A.Schulz		
Zubehör:	EURO	15	
Category C2 RAL5010			
½ Pallet (600x800)		15	

Sondex Deutschland GmbH  
Tel: +49(0)4171788330

Moorweg 15

21423 Winsen (Luhe)  
Fax: +49(0)4171788350

## Sondex Deutschland GmbH - Design &amp; Datenliste

		V0998A	
Buderus BBT GmbH	Herr Horn	08.12.2008	
SDAAS 1068002	Auslegung PWT	WPS 70	Item: 25
PWA-Type	S4A-IT10-15-TL-LIQUID	Warme Seite	Kalte Seite
Menge	(kg/s)	0,48	0,63
Einlasstemperatur	(°C)	10,00	2,00
Auslasstemperatur	(°C)	6,00	5,00
Druckverlust	(kPa)	9,25	14,60
Übertragene Wärmemenge	(kW)	8	
Physikalische Kennwerte:		Water	Water
Dichte	(kg/m³)	999,73	1.000,22
Spezifische Wärme	(kJ/kg*K)	4,20	4,20
Wärmeleitfähigkeit	(W/m*K)	0,58	0,57
Viskosität Produkt	(mPa*s)	1,40	1,60
Viskosität Wand	(mPa*s)	1,60	1,40
Fouling Faktoren	(m²*K/kW)	0,02	0,02
Dimensionierungs Faktor	%	13,72	
Einlassstutz		F1	F3
Auslassstutz		F4	F2
Gestell und Platten Design:			
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 7 + 0 x 0	
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 7 + 0 x 0	
Plattenzahl		15	
Effektive Fläche	(m²)	0,55	
K-Wert Ausgabe/Rein	(W/m²*K)	3.269,50	3.718,17
Plattenmaterial		0.5 mm	AISI 316
Dichtungsmaterial / Max. temp		NITRIL HT HANG ON (H) / 140	
Max. Design Temperatur	(°C)	100,00	
Max. Arbeits-/Probedruck	(MPa)	1,00	1,30
Max. Differenz-druck	(MPa)	1,00	
Zertifikat		Sondex Standard	
Volumen	(dm³)	2	
Gestell Länge	(mm)	112	Max. Plattenzahl 20
Netto Gewicht	(kg)	23	
Gestell Typ		IT	
Anschlüsse WARME Seite :	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
Anschlüsse KALTE Seite:	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
PREIS PRO STCK.	EURO	333	
LIEFERBEDINGUNGEN			
ZAHLUNGSBEDINGUNGEN			
LIEFERZEIT			
ANGEBOTSGÜLTIGKEIT			
SACHBEARBEITET VON	i.A. A.Schulz		
Zubehör:	EURO	15	
Category C2 RAL5010			
½ Pallet (600x800)		15	

Sondex Deutschland GmbH  
Tel: +49(0)4171788330

Moorweg 15

21423 Winsen (Luhe)  
Fax: +49(0)4171788350

## Sondex Deutschland GmbH - Design &amp; Datenliste

		V0998A	
Buderus BBT GmbH	Herr Horn	08.12.2008	
SDAAS 1068002	Auslegung PWT	WPS 90	Item: 26
PWA-Type	S4A-IT10-15-TL-LIQUID	Warme Seite	Kalte Seite
Menge	(kg/s)	0,60	0,79
Einlasstemperatur	(°C)	10,00	2,00
Auslasstemperatur	(°C)	6,00	5,00
Druckverlust	(kPa)	13,16	20,78
Übertragene Wärmemenge	(kW)	10	
Physikalische Kennwerte:		Water	Water
Dichte	(kg/m³)	999,73	1.000,22
Spezifische Wärme	(kJ/kg*K)	4,20	4,20
Wärmeleitfähigkeit	(W/m*K)	0,58	0,57
Viskosität Produkt	(mPa*s)	1,40	1,60
Viskosität Wand	(mPa*s)	1,60	1,40
Fouling Faktoren	(m²*K/kW)	0,00	0,00
Dimensionierungs Faktor	%	2,27	
Einlassstutz		F1	F3
Auslassstutz		F4	F2
Gestell und Platten Design:			
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 7 + 0 x 0	
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 7 + 0 x 0	
Plattenzahl		15	
Effektive Fläche	(m²)	0,55	
K-Wert Ausgabe/Rein	(W/m²*K)	4.086,88	4.179,48
Plattenmaterial		0.5 mm	AISI 316
Dichtungsmaterial / Max. temp		NITRIL HT HANG ON (H) / 140	
Max. Design Temperatur	(°C)	100,00	
Max. Arbeits-/Probedruck	(MPa)	1,00	1,30
Max. Differenz-druck	(MPa)	1,00	
Zertifikat		Sondex Standard	
Volumen	(dm³)	2	
Gestell Länge	(mm)	112	Max. Plattenzahl 20
Netto Gewicht	(kg)	23	
Gestell Typ		IT	
Anschlüsse WARME Seite :	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
Anschlüsse KALTE Seite:	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
PREIS PRO STCK.	EURO	333	
LIEFERBEDINGUNGEN			
ZAHLUNGSBEDINGUNGEN			
LIEFERZEIT			
ANGEBOTSGÜLTIGKEIT			
SACHBEARBEITET VON	i.A. A.Schulz		
Zubehör:	EURO	15	
Category C2 RAL5010			
½ Pallet (600x800)		15	

Sondex Deutschland GmbH  
Tel: +49(0)4171788330

Moorweg 15

21423 Winsen (Luhe)  
Fax: +49(0)4171788350

## Sondex Deutschland GmbH - Design &amp; Datenliste

		V0998A	
Buderus BBT GmbH	Herr Horn	08.12.2008	
SDAAS 1068002	Auslegung PWT	WPS 120	Item: 27
PWA-Type	S4A-IT10-20-TL-LIQUID	Warme Seite	Kalte Seite
Menge	(kg/s)	0,83	1,11
Einlasstemperatur	(°C)	10,00	2,00
Auslasstemperatur	(°C)	6,00	5,00
Druckverlust	(kPa)	15,27	20,61
Übertragene Wärmemenge	(kW)	14	
Physikalische Kennwerte:		Water	Water
Dichte	(kg/m³)	999,73	1.000,22
Spezifische Wärme	(kJ/kg*K)	4,20	4,20
Wärmeleitfähigkeit	(W/m*K)	0,58	0,57
Viskosität Produkt	(mPa*s)	1,40	1,60
Viskosität Wand	(mPa*s)	1,60	1,40
Fouling Faktoren	(m²*K/kW)	0,01	0,01
Dimensionierungs Faktor	%	6,67	
Einlassstutz		F1	F3
Auslassstutz		F4	F2
Gestell und Platten Design:			
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 9 + 0 x 0	
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 10 + 0 x 0	
Plattenzahl		20	
Effektive Fläche	(m²)	0,76	
K-Wert Ausgabe/Rein	(W/m²*K)	4.132,29	4.407,72
Plattenmaterial		0.5 mm	AISI 316
Dichtungsmaterial / Max. temp		NITRIL HT HANG ON (H) / 140	
Max. Design Temperatur	(°C)	100,00	
Max. Arbeits-/Probedruck	(MPa)	1,00	1,30
Max. Differenz-druck	(MPa)	1,00	
Zertifikat		Sondex Standard	
Volumen	(dm³)	3	
Gestell Länge	(mm)	212	Max. Plattenzahl 42
Netto Gewicht	(kg)	25	
Gestell Typ		IT	
Anschlüsse WARME Seite :	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
Anschlüsse KALTE Seite:	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
PREIS PRO STCK.	EURO	368	
LIEFERBEDINGUNGEN			
ZAHLUNGSBEDINGUNGEN			
LIEFERZEIT			
ANGEBOTSGÜLTIGKEIT			
SACHBEARBEITET VON	i.A. A.Schulz		
Zubehör:	EURO	15	
Category C2 RAL5010			
½ Pallet (600x800)		15	

Sondex Deutschland GmbH  
Tel: +49(0)4171788330

Moorweg 15

21423 Winsen (Luhe)  
Fax: +49(0)4171788350

## Sondex Deutschland GmbH - Design &amp; Datenliste

		V0998A	
Buderus BBT GmbH	Herr Horn	08.12.2008	
SDAAS 1068002	Auslegung PWT	WPS 140	Item: 28
PWA-Type	S4A-IT10-21-TLA-LIQUID	Warme Seite	Kalte Seite
Menge	(kg/s)	0,95	1,27
Einlasstemperatur	(°C)	10,00	2,00
Auslasstemperatur	(°C)	6,00	5,00
Druckverlust	(kPa)	16,11	25,50
Übertragene Wärmemenge	(kW)	16	
Physikalische Kennwerte:		Water	Water
Dichte	(kg/m³)	999,73	1.000,22
Spezifische Wärme	(kJ/kg*K)	4,20	4,20
Wärmeleitfähigkeit	(W/m*K)	0,58	0,57
Viskosität Produkt	(mPa*s)	1,40	1,60
Viskosität Wand	(mPa*s)	1,60	1,40
Fouling Faktoren	(m²*K/kW)	0,00	0,00
Dimensionierungs Faktor	%	0,46	
Einlassstutz		F1	F3
Auslassstutz		F4	F2
Gestell und Platten Design:			
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 10	+ 0 x 0
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 10	+ 0 x 0
Plattenzahl		21	
Effektive Fläche	(m²)	0,80	
K-Wert Ausgabe/Rein	(W/m²*K)	4.474,06	4.494,63
Plattenmaterial		0.5 mm AISI 316	
Dichtungsmaterial / Max. temp		NITRIL HT HANG ON (H) / 140	
Max. Design Temperatur	(°C)	100,00	
Max. Arbeits-/Probedruck	(MPa)	1,00	1,30
Max. Differenz-druck	(MPa)	1,00	
Zertifikat		Sondex Standard	
Volumen	(dm³)	3	
Gestell Länge	(mm)	212	Max. Plattenzahl 42
Netto Gewicht	(kg)	26	
Gestell Typ		IT	
Anschlüsse WARME Seite :	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
Anschlüsse KALTE Seite:	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
PREIS PRO STCK.	EURO	375	
LIEFERBEDINGUNGEN			
ZAHLUNGSBEDINGUNGEN			
LIEFERZEIT			
ANGEBOTSGÜLTIGKEIT			
SACHBEARBEITET VON	i.A. A.Schulz		
Zubehör:	EURO	15	
Category C2 RAL5010			
½ Pallet (600x800)		15	

Sondex Deutschland GmbH  
Tel: +49(0)4171788330

Moorweg 15

21423 Winsen (Luhe)  
Fax: +49(0)4171788350



## Sondex Deutschland GmbH - Design &amp; Datenliste

Buderus BBT GmbH		Herr Horn	V0998A	
SDAAS 1068002		Auslegung PWT	08.12.2008	
		WPS 160	Item: 29	
PWA-Type	S4A-IT10-25-TL-LIQUID	Warme Seite	Kalte Seite	
Menge	(kg/s)	1,13	1,51	
Einlasstemperatur	(°C)	10,00	2,00	
Auslasstemperatur	(°C)	6,00	5,00	
Druckverlust	(kPa)	16,14	25,61	
Übertragene Wärmemenge	(kW)	19		
Physikalische Kennwerte:		Water	Water	
Dichte	(kg/m³)	999,73	1.000,22	
Spezifische Wärme	(kJ/kg*K)	4,20	4,20	
Wärmeleitfähigkeit	(W/m*K)	0,58	0,57	
Viskosität Produkt	(mPa*s)	1,40	1,60	
Viskosität Wand	(mPa*s)	1,60	1,40	
Fouling Faktoren	(m²*K/kW)	0,00	0,00	
Dimensionierungs Faktor	%	2,06		
Einlassstutz		F1	F3	
Auslassstutz		F4	F2	
Gestell und Platten Design:				
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 12	+	0 x 0
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 12	+	0 x 0
Plattenzahl		25		
Effektive Fläche	(m²)	0,97		
K-Wert Ausgabe/Rein	(W/m²*K)	4.388,95	4.479,41	
Plattenmaterial		0.5 mm AISI 316		
Dichtungsmaterial / Max. temp		NITRIL HT HANG ON (H) / 140		
Max. Design Temperatur	(°C)	100,00		
Max. Arbeits-/Probedruck	(MPa)	1,00	1,30	
Max. Differenz-druck	(MPa)	1,00		
Zertifikat		Sondex Standard		
Volumen	(dm³)	4		
Gestell Länge	(mm)	212	Max. Plattenzahl 42	
Netto Gewicht	(kg)	27		
Gestell Typ		IT		
Anschlüsse WARME Seite :	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316		
Anschlüsse KALTE Seite:	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316		
PREIS PRO STCK.	EURO	401		
LIEFERBEDINGUNGEN				
ZAHLUNGSBEDINGUNGEN				
LIEFERZEIT				
ANGEBOTSGÜLTIGKEIT				
SACHBEARBEITET VON	i.A. A.Schulz			
Zubehör:	EURO	15		
Category C2 RAL5010				
½ Pallet (600x800)		15		

Sondex Deutschland GmbH  
Tel: +49(0)4171788330

Moorweg 15

21423 Winsen (Luhe)  
Fax: +49(0)4171788350

## Sondex Deutschland GmbH - Design &amp; Datenliste

		V0998A	
Buderus BBT GmbH	Herr Horn	08.12.2008	
SDAAS 1068002	Auslegung PWT	WPS 210	Item: 30
PWA-Type	S4A-IT10-40-TL-LIQUID	Warme Seite	Kalte Seite
Menge	(kg/s)	1,49	1,98
Einlasstemperatur	(°C)	10,00	2,00
Auslasstemperatur	(°C)	6,00	5,00
Druckverlust	(kPa)	13,04	19,49
Übertragene Wärmemenge	(kW)	25	
Physikalische Kennwerte:		Water	Water
Dichte	(kg/m³)	999,73	1.000,22
Spezifische Wärme	(kJ/kg*K)	4,20	4,20
Wärmeleitfähigkeit	(W/m*K)	0,58	0,57
Viskosität Produkt	(mPa*s)	1,40	1,60
Viskosität Wand	(mPa*s)	1,60	1,40
Fouling Faktoren	(m²*K/kW)	0,02	0,02
Dimensionierungs Faktor	%	17,23	
Einlassstutz		F1	F3
Auslassstutz		F4	F2
Gestell und Platten Design:			
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 19	+ 0 x 0
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 20	+ 0 x 0
Plattenzahl		40	
Effektive Fläche	(m²)	1,60	
K-Wert Ausgabe/Rein	(W/m²*K)	3.495,36	4.097,51
Plattenmaterial		0.5 mm AISI 316	
Dichtungsmaterial / Max. temp		NITRIL HT HANG ON (H) / 140	
Max. Design Temperatur	(°C)	100,00	
Max. Arbeits-/Probedruck	(MPa)	1,00	1,30
Max. Differenz-druck	(MPa)	1,00	
Zertifikat		Sondex Standard	
Volumen	(dm³)	7	
Gestell Länge	(mm)	212	Max. Plattenzahl 42
Netto Gewicht	(kg)	31	
Gestell Typ		IT	
Anschlüsse WARME Seite :	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
Anschlüsse KALTE Seite:	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316	
PREIS PRO STCK.	EURO	501	
LIEFERBEDINGUNGEN			
ZAHLUNGSBEDINGUNGEN			
LIEFERZEIT			
ANGEBOTSGÜLTIGKEIT			
SACHBEARBEITET VON	i.A. A.Schulz		
Zubehör:	EURO	15	
Category C2 RAL5010			
½ Pallet (600x800)		15	

Sondex Deutschland GmbH  
Tel: +49(0)4171788330

Moorweg 15

21423 Winsen (Luhe)  
Fax: +49(0)4171788350

## Sondex Deutschland GmbH - Design &amp; Datenliste

Buderus BBT GmbH		Herr Horn	V0998A	
SDAAS 1068002		Auslegung PWT	WPS 320	08.12.2008
				Item: 31
PWA-Type	S4A-IT10-50-TL-LIQUID	Warme Seite	Kalte Seite	
Menge	(kg/s)	2,26	3,01	
Einlasstemperatur	(°C)	10,00	2,00	
Auslasstemperatur	(°C)	6,00	5,00	
Druckverlust	(kPa)	19,11	29,39	
Übertragene Wärmemenge	(kW)	38		
Physikalische Kennwerte:		Water	Water	
Dichte	(kg/m³)	999,73	1.000,22	
Spezifische Wärme	(kJ/kg*K)	4,20	4,20	
Wärmeleitfähigkeit	(W/m*K)	0,58	0,57	
Viskosität Produkt	(mPa*s)	1,40	1,60	
Viskosität Wand	(mPa*s)	1,60	1,40	
Fouling Faktoren	(m²*K/kW)	0,01	0,01	
Dimensionierungs Faktor	%	7,67		
Einlassstutz		F1	F3	
Auslassstutz		F4	F2	
Gestell und Platten Design:				
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 24	+ 0 x 0	
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 25	+ 0 x 0	
Plattenzahl		50		
Effektive Fläche	(m²)	2,02		
K-Wert Ausgabe/Rein	(W/m²*K)	4.206,08	4.528,58	
Plattenmaterial		0.5 mm AISI 316		
Dichtungsmaterial / Max. temp		NITRIL HT HANG ON (H) / 140		
Max. Design Temperatur	(°C)	100,00		
Max. Arbeits-/Probedruck	(MPa)	1,00	1,30	
Max. Differenz-druck	(MPa)	1,00		
Zertifikat		Sondex Standard		
Volumen	(dm³)	8		
Gestell Länge	(mm)	262	Max. Plattenzahl 54	
Netto Gewicht	(kg)	34		
Gestell Typ		IT		
Anschlüsse WARME Seite :	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316		
Anschlüsse KALTE Seite:	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316		
PREIS PRO STCK.	EURO	568		
LIEFERBEDINGUNGEN				
ZAHLUNGSBEDINGUNGEN				
LIEFERZEIT				
ANGEBOTSGÜLTIGKEIT				
SACHBEARBEITET VON	i.A. A.Schulz			
Zubehör:	EURO	15		
Category C2 RAL5010				
½ Pallet (600x800)		15		

Sondex Deutschland GmbH  
Tel: +49(0)4171788330

Moorweg 15

21423 Winsen (Luhe)  
Fax: +49(0)4171788350

## Sondex Deutschland GmbH - Design &amp; Datenliste

Buderus BBT GmbH		Herr Horn	V0998A	
SDAAS 1068002		Auslegung PWT	08.12.2008	
		WPS 470	Item: 32	
PWA-Type	S4A-IG16-66-TL-LIQUID	Warme Seite	Kalte Seite	
Menge	(kg/s)	3,10	4,12	
Einlasstemperatur	(°C)	10,00	2,00	
Auslasstemperatur	(°C)	6,00	5,00	
Druckverlust	(kPa)	23,20	36,81	
Übertragene Wärmemenge	(kW)	52		
Physikalische Kennwerte:		Water	Water	
Dichte	(kg/m³)	999,73	1.000,22	
Spezifische Wärme	(kJ/kg*K)	4,20	4,20	
Wärmeleitfähigkeit	(W/m*K)	0,58	0,57	
Viskosität Produkt	(mPa*s)	1,40	1,60	
Viskosität Wand	(mPa*s)	1,60	1,40	
Fouling Faktoren	(m²*K/kW)	0,01	0,01	
Dimensionierungs Faktor	%	4,91		
Einlassstutz		F1	F3	
Auslassstutz		F4	F2	
Gestell und Platten Design:				
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 32	+	0 x 0
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 33	+	0 x 0
Plattenzahl		66		
Effektive Fläche	(m²)	2,69		
K-Wert Ausgabe/Rein	(W/m²*K)	4.316,77	4.528,59	
Plattenmaterial		0.5 mm AISI 316		
Dichtungsmaterial / Max. temp		NITRIL HT HANG ON (H) / 140		
Max. Design Temperatur	(°C)	100,00		
Max. Arbeits-/Probedruck	(MPa)	1,00	1,30	
Max. Differenz-druck	(MPa)	1,00		
Zertifikat		Sondex Standard		
Volumen	(dm³)	11		
Gestell Länge	(mm)	420	Max. Plattenzahl 68	
Netto Gewicht	(kg)	54		
Gestell Typ		IG		
Anschlüsse WARME Seite :	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316		
Anschlüsse KALTE Seite:	DN 32 Threaded pipe	BSP, AISI 316		
PREIS PRO STCK.	EURO	765		
LIEFERBEDINGUNGEN				
ZAHLUNGSBEDINGUNGEN				
LIEFERZEIT				
ANGEBOTSGÜLTIGKEIT				
SACHBEARBEITET VON	i.A. A.Schulz			
Zubehör:	EURO	15		
Category C2 RAL5010				
½ Pallet (600x800)		15		

Sondex Deutschland GmbH  
Tel: +49(0)4171788330

Moorweg 15

21423 Winsen (Luhe)  
Fax: +49(0)4171788350

## Sondex Deutschland GmbH - Design &amp; Datenliste

Buderus BBT GmbH		Herr Horn	V0998A	
SDAAS 1068002		Auslegung PWT	08.12.2008	
		WPS 750	Item: 33	
PWA-Type	S9A-IG16-39-TMTL98-LIQUID	Warme Seite	Kalte Seite	
Menge	(kg/s)	5,00	6,66	
Einlasstemperatur	(°C)	10,00	2,00	
Auslasstemperatur	(°C)	6,00	5,00	
Druckverlust	(kPa)	21,44	36,33	
Übertragene Wärmemenge	(kW)	84		
Physikalische Kennwerte:		Water	Water	
Dichte	(kg/m³)	999,73	1.000,22	
Spezifische Wärme	(kJ/kg*K)	4,20	4,20	
Wärmeleitfähigkeit	(W/m*K)	0,58	0,57	
Viskosität Produkt	(mPa*s)	1,40	1,60	
Viskosität Wand	(mPa*s)	1,60	1,40	
Fouling Faktoren	(m²*K/kW)			
Dimensionierungs Faktor	%	0,00		
Einlassstutz		F1	F3	
Auslassstutz		F4	F2	
Gestell und Platten Design:				
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 19	+	0 x 0
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 19	+	0 x 0
Plattenzahl		39		
Effektive Fläche	(m²)	3,80		
K-Wert Ausgabe/Rein	(W/m²*K)	4.931,47	4.931,47	
Plattenmaterial		0.4 mm	AISI 316	
Dichtungsmaterial / Max. temp		NITRIL HT	HANG ON (H) / 140	
Max. Design Temperatur	(°C)	100,00		
Max. Arbeits-/Probedruck	(MPa)	1,00	1,30	
Max. Differenz-druck	(MPa)	1,00		
Zertifikat		Sondex	Standard	
Volumen	(dm³)	11		
Gestell Länge	(mm)	438	Max. Plattenzahl 60	
Netto Gewicht	(kg)	136		
Gestell Typ		IG		
Anschlüsse WARME Seite :	DN 65 Flange rubberlined PN16			
Anschlüsse KALTE Seite:	DN 65 Flange rubberlined PN16			
PREIS PRO STCK.	EURO	970		
LIEFERBEDINGUNGEN				
ZAHLUNGSBEDINGUNGEN				
LIEFERZEIT				
ANGEBOTSGÜLTIGKEIT				
SACHBEARBEITET VON	i.A. A.Schulz			
Zubehör:	EURO	22		
Category C2 RAL5010				
EU Pallet (1200x800)		22		

Sondex Deutschland GmbH  
Tel: +49(0)4171788330

Moorweg 15

21423 Winsen (Luhe)  
Fax: +49(0)4171788350

## Sondex Deutschland GmbH - Design &amp; Datenliste

Buderus BBT GmbH		Herr Horn	V0998A	
SDAAS 1068002		Auslegung PWT	08.12.2008	
		WPS 970	Item: 34	
PWA-Type	S9A-IG16-49-TMTL97-LIQUID	Warme Seite	Kalte Seite	
Menge	(kg/s)	6,43	8,56	
Einlasstemperatur	(°C)	10,00	2,00	
Auslasstemperatur	(°C)	6,00	5,00	
Druckverlust	(kPa)	22,54	38,24	
Übertragene Wärmemenge	(kW)	108		
Physikalische Kennwerte:		Water	Water	
Dichte	(kg/m³)	999,73	1.000,22	
Spezifische Wärme	(kJ/kg*K)	4,20	4,20	
Wärmeleitfähigkeit	(W/m*K)	0,58	0,57	
Viskosität Produkt	(mPa*s)	1,40	1,60	
Viskosität Wand	(mPa*s)	1,60	1,40	
Fouling Faktoren	(m²*K/kW)			
Dimensionierungs Faktor	%	0,00		
Einlassstutz		F1	F3	
Auslassstutz		F4	F2	
Gestell und Platten Design:				
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 24 + 0 x 0		
Plattenschaltung	(Passe*Kanäle)	1 x 24 + 0 x 0		
Plattenzahl		49		
Effektive Fläche	(m²)	4,83		
K-Wert Ausgabe/Rein	(W/m²*K)	4.991,42	4.991,42	
Plattenmaterial		0.4 mm AISI 316		
Dichtungsmaterial / Max. temp		NITRIL HT HANG ON (H) / 140		
Max. Design Temperatur	(°C)	100,00		
Max. Arbeits-/Probedruck	(MPa)	1,00	1,30	
Max. Differenz-druck	(MPa)	1,00		
Zertifikat		Sondex Standard		
Volumen	(dm³)	14		
Gestell Länge	(mm)	438	Max. Plattenzahl 60	
Netto Gewicht	(kg)	142		
Gestell Typ		IG		
Anschlüsse WARME Seite :	DN 65 Flange rubberlined PN16			
Anschlüsse KALTE Seite:	DN 65 Flangerubberlined PN16			
PREIS PRO STCK.	EURO	1078		
LIEFERBEDINGUNGEN				
ZAHLUNGSBEDINGUNGEN				
LIEFERZEIT				
ANGEBOTSGÜLTIGKEIT				
SACHBEARBEITET VON	i.A. A.Schulz			
Zubehör:	EURO	22		
Category C2 RAL5010				
EU Pallet (1200x800)		22		

Sondex Deutschland GmbH  
Tel: +49(0)4171788330

Moorweg 15

21423 Winsen (Luhe)  
Fax: +49(0)4171788350

## Datenblatt 4 Ergebnisse der Auslegung der Plattenwärmeübertrager